Phys. sp.
629
k

Digitized by Google

Phys. sp.
629 K

Spiller

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Weltschöpfung

vom

Standpunkte der heutigen Wissenschaft.

Mit neuen Untersuchungen

von

Professor Ph. Spiller.

Mit acht eingedruckten Figuren.

Berlin, 1868.

Carl Duncker's Verlag.
(C. Heymons.)

Digitized by Google

Die Ueberſetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Einleitung 1
Unser Weltkörpersystem 14
Die Sonne 16
Die Planeten 21
Die Monde 31
Die Kometen 35
Die Kometen und Sternschnuppen 40
Die Sternschnuppen und Meteorsteine 45
Die Meteorsteine und Asteroiden 50
Höhere Weltkörpersysteme 53
Entwickelungsperiode eines Weltkörpers, namentlich der Erde 56

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

Es herrschen heute noch, selbst unter solchen, welche auf Bildung begründeten Anspruch machen können, über die Weltenordnung, wie sie jetzt ist, vorzüglich aber über die Kosmogenie oder darüber, wie die Weltensysteme aus einem chaotischen Urzustande im Weltraume hervorgegangen sind, so unklare und unrichtige Begriffe und Ansichten, daß es als eine zeitgemäße Aufgabe erscheint, in einer möglichst faßlichen Darstellung diesen Stoff für die weitesten Kreise von Lesern kurz zu behandeln. Seit man neuerdings den genauen Zusammenhang zwischen Kometen und Sternschnuppen ermittelt hat, ist diesem Gegenstande ein erhöhtes Interesse beizulegen. Ich werde hierbei eine Reihe neuer Gesichtspunkte aufstellen, gebe mich aber der Erwartung hin, daß sie, weil sie aus Naturnothwendigkeiten entspringen, einen Anspruch auf absolute Richtigkeit erheben dürfen.

Um das Thema mit der ihm in einem hohen Grade gebührenden Gründlichkeit zu behandeln und dem Leser überall die unbedingte Nothwendigkeit von den später vorzuführenden Erscheinungen recht einleuchtend zu machen, muß ich, wenn auch nur in wenigen Zügen einige vorbereitende Betrachtungen anführen und ihn bitten, es nicht zu verschmähen, mit mir zunächst eine etwas trockene Klippe zu überschreiten.

Ich werde in der folgenden kleinen Abhandlung nach der bisher üblichen Anschauungsweise zwar noch von verschiedenen Kräften sprechen, behalte mir aber vor, in einer kleinen Schrift den Versuch zu machen, alle wahrzunehmenden irdischen und überirdischen Erscheinungen als den Ausfluß einer einzigen Naturkraft darzustellen.

Digitized by Google

Wenn ein Körper seine Beschaffenheit, die Gestalt oder seinen auf Ruhe und Bewegung sich beziehenden Zustand ändert; so sind dieses die Folgen der Einwirkung einer Kraft.

Eine bei allen irdischen und überirdischen Körpern sich äußernde Kraft ist die Gravitation oder das Bestreben, sich zu einem Ganzen zu verbinden, also einander näher zu kommen, wenn sie von einander getrennt sind. Es kommt bei unseren Untersuchungen nicht darauf an, ob wir annehmen, daß diese Kraft den Körpern selbst innewohnt (ob die Körper activ, selbstthätig sind), oder ob die Körper durch eine außerhalb ihnen liegende Kraft dazu getrieben werden (ob sie passiv sind).

Die Gravitation zeigt sich auf der Erde nicht nur in der Erscheinung des Fallens, sondern auch in vielen anderen Fällen. Wird z. B. ein Loth an einen Faden auf einer weiten Ebene aufgehängt, so bildet es mit allen horizontalen Linien rechte Winkel und zeigt mit seiner Verlängerung grade nach dem Scheitelpunkte des Ortes; wenn es aber in der Nähe einer großen Felsenmasse oder eines einzelnen Berges ruhig hängt, so besitzt der Faden eine schiefe Lage gegen den Horizont, weil der Pendelkörper der großen Masse sich genähert hat. — Wenn auf einen ruhigen Wasserspiegel nicht allzuweit von einander zwei Holzstückchen gelegt werden, so schwimmen sie bald zu einander. Je größer das eine im Vergleiche zu dem anderen ist, desto größer ist das Bestreben der Annäherung des kleinen; überhaupt aber steht die Kraft bei bestimmter Entfernung im graden Verhältnisse zur Masse oder zu dem dieselbe bestimmenden Gewichte. Legt man aber ein bestimmtes kleines Stück in verschiedene Entfernungen von einem gewissen großen, so wird jenes sich um so langsamer in Bewegung setzen, je entfernter es liegt; überhaupt nimmt bei bestimmten Massen die Kraft ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, d. h. in der 2fachen Entfernung ist sie nur $\frac{1}{4}$, in der 3fachen nur $\frac{1}{9}$, in der 4fachen nur $\frac{1}{16}$ u. s. w. von der Kraft in der einfachen Entfernung. Daraus läßt sich leicht das allgemeine, auch die Himmelskörper beherrschende Gesetz für ungleiche Massen und verschiedene Entfernungen angeben.

Digitized by Google

Wenn zwei Körper bei der Berührung einander um so besser festzuhalten suchen, in je mehr Punkten die Berührung stattfindet, so ist eigentlich dieselbe Urkraft wirksam, welche die Körper einigen will, man nennt sie aber in diesem Falle Adhäsion (Anhängungskraft) und selbst die in dem Zusammenhange der Massentheilchen eines bestimmten Körpers sich äußernde Kraft, welche jeder Trennung einen Widerstand entgegensetzt und Kohäsion genannt wird, ist ein weiterer Ausfluß jener Kraft, welche allen Stoff in den möglich kleinsten Raum zu drängen, ihm also die Gestalt einer Kugel zu geben sucht, denn diese hat bei möglich größtem Rauminhalte die möglich kleinste Umgränzung. Daher nehmen auch die Flüssigkeiten die Kugelgestalt an, wenn nicht andere Kräfte es verhindern. Die Himmelskörper sind Tropfen in dem unendlichen Weltraume.

Nimmt ein Körper einen kleineren Raum ein, als vorher, was er, wenn er aus einem einfachen oder Elementarstoffe besteht, von selbst nicht thut, sondern nur zufolge der Einwirkung einer von außen wirkenden Kraft (weil sonst eine Kraft sich selbst erzeugen müßte, was unmöglich ist); so erhöht er seine Temperatur und zwar um so mehr, je größer die Raumverengung ist.

Verbinden sich ferner die Stoffe zweier Körper zu einem neuen Körper mit kleinerem Rauminhalte, als die Summe der Räume beider einzelnen Körper beträgt; so entsteht auch eine um so größere Wärme, je kleiner der neue Raum ist. — Eine Verbindung z. B. von gleichen Raumtheilen Wasser und Alkohol erwärmt sich nur wenig, weil die Raumverengung nur etwa $\frac{1}{50}$ des Ganzen beträgt; Wasser und concentrirte Schwefelsäure erhitzen sich bei ihrer Verbindung ziemlich bedeutend. Je inniger und schneller eine chemische Verbindung vor sich geht, desto größer wird die Wärme, so daß nicht selten Selbstentzündungen entstehen, also auch Licht erzeugt wird.

Ein bereits zusammengesetzter Körper, dessen Massentheilchen untereinander im Gleichgewichte sind, erhitzt sich nur bei einer von außen wirkenden, raumverengenden Kraft. Es ist z. B. bekannt, daß man beliebig kalte und trockene atmosphärische Luft durch

Digitized by Google

schnelles und ziemlich starkes Zusammendrücken auf etwa ¼ ihres früheren Raumes zum Anzünden eines Feuerschwammes verwenden kann (das pneumatische Feuerzeug).

Wir halten hier vorläufig vor allem nur die Thatsachen fest, daß in der Natur ein allgemeines Bestreben vorhanden ist, die Stoffe zu einigen, sie in den möglich kleinsten Raum zu drängen und daß mit der Raumverminderung eine Temperaturerhöhung verknüpft ist. Es gibt aber noch andere Wirkungsweisen der in der Natur unablässig thätigen Kräfte.

Es ist allbekannt, daß ein einzelner Körper seinen auf Ruhe und Bewegung sich beziehenden Zustand von selbst nicht ändert: ist er in Ruhe, so will er in Ruhe bleiben und es bedarf erst der Einwirkung einer Kraft, um ihn in Bewegung zu versetzen; ist er aber in Bewegung, so will er auch in alle Ewigkeit in Bewegung bleiben und es bedarf wieder erst einer Kraft, um ihn in den Ruhestand zu bringen. Es geräth z. B. eine auf einer Ebene hinrollende Kugel erst durch das Entgegenwirken zweier Kräfte, des Widerstandes der Luft und der Reibung an der Ebene allmählig in Ruhe. Das Widerstreben eines Körpers gegen die Veränderung seines Zustandes heißt sein Beharrungsvermögen.

Die Größe der Kräfte können wir nur aus der Größe der von ihnen hervorgebrachten Wirkungen auf eine Masse beurtheilen; sie bringen ruhende Massen in Bewegung und bewegte in Ruhe, und zwar im graden Verhältnisse zu diesen. Je größer die in Bewegung gesetzte oder bei einer bestimmten Geschwindigkeit zur Ruhe gebrachte Masse ist, desto größer ist in demselben Verhältnisse die Kraft. In gleicher Weise verhält es sich bei einer bestimmten Masse mit der ihr ertheilten oder aufgehobenen Geschwindigkeit. Demnach erscheint also eine Kraft in ungeschwächter Weise übergetragen auf eine Masse und die ihr zukommende Geschwindigkeit: sie ist ein Produkt aus Masse und Geschwindigkeit.

Eine Kraft kann wirksam gedacht werden entweder blos in einem untheilbaren Zeitmomente oder auch ununterbrochen (sie kann momentan oder stetig wirken) und in dem letzteren Falle kann der Grad ihrer Einwirkung fortwährend derselbe bleiben oder sich

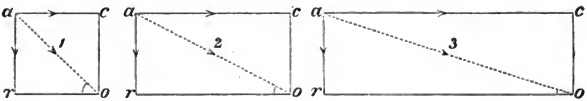
Digitized by Google

ändern und zwar gleichmäßig oder ungleichmäßig wachsen oder abnehmen.

Wirkt eine Kraft nur momentan auf einen Körper ein, so erhält er dadurch, wenn andere Kräfte es nicht verhindern, eine gleichmäßige Bewegung und legt nach dem Beharrungsvermögen in gleichen Zeiten stets gleiche Wege zurück. In allen übrigen Fällen ist die Bewegung eine ungleichmäßige.

Wirken auf einen Körper zwei Kräfte gleichzeitig ein, so sind nach dem Gesagten eine Menge verschiedener Fälle denkbar. Wir heben hier aber nur einzelne hervor.

Nehmen wir an, daß eine Billardkugel in *a* (Fig. 1) durch



zwei momentane Stöße gleichzeitig in Bewegung gesetzt wird und daß der eine sie in einer gewissen Zeit bis *c*, der andere in derselben Zeit bis *r* triebe, so würde sie keiner der beiden Kräfte einzeln folgen und dennoch beiden genügen. Wenn nämlich die Linien *ro* und *ac*, sowie *co* und *ar* gleichlaufend (parallel) sind, so schlägt die Kugel den Diagonalweg *ao* ein und befindet sich am Ende dieser Zeit in *o*; sie ist also durch die erste Kraft um den Weg *ro* gleich *ac* von der Linie *ar* und durch die zweite Kraft um den Weg *co* gleich *ar* von der *ac* weggetrieben worden, hat sich also in der That, indem sie die Punkte der Linie *ao* zurücklegt, einer jeden der beiden Kräfte in jedem Augenblicke gefügt.

Wenn nun die erste Kraft *ac* wüchse, wie die folgenden zwei Zeichnungen durch die längeren Wege andeuten; so würde die Kugel auch mehr und mehr ihrem Antriebe folgen oder sich ihrer Richtung nähern.

Wir können u. a. annehmen, daß die Kraft, deren Maß durch *ac* dargestellt ist, das bestimmte Gewicht der Kugel bedeutet, mit welchem sie lothrecht durch *ar* in einer bestimmten Zeit zu fallen strebt und daß *ac* eine horizontal wirkende, aber wachsende Kraft

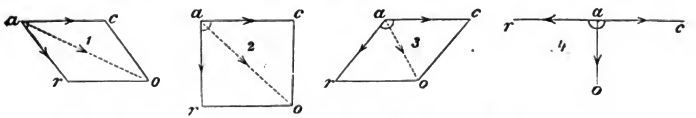
Digitized by Google

bedeutet, wie es die drei Darstellungen der Zeichnung andeuten. In diesem Falle wird die als Resultat hervorgehende Diagonalkraft *ao* einen um so kleineren Winkel mit dem Horizonte *ro* bilden, je größer die zweite Kraft ist. Das Gewicht der Kugel oder eines jeden anderen Körpers wird also einen um so geringeren Druck auf eine horizontale Unterlage ausüben, je schneller der Körper sich horizontal bewegt.

Es kann daher z. B. ein Eisenbahnzug durch einen von der Seite lothrecht auf ihn treffenden Sturm um so eher umgeworfen werden, je schneller er fährt. Ein Unfall der Art ist bereits einmal vorgekommen. — Oder: ein Schlittschuhläufer wird um so gefahrloser über dünnes Eis hinwegkommen, je schneller er dahingleitet. — Wollen schwerfällige Vögel auffliegen, so laufen sie zuerst mit ausgebreiteten Flügeln eine Strecke möglichst rasch vorwärts, um ihr Gewicht, welches sie an den Erdboden fesselt, gewissermaßen zu vermindern.

Wir können uns nach diesen Vorgängen den Fall denken, daß das Gewicht eines Körpers durch eine zweite Kraft völlig aufgehoben wird.

Wenn ferner der Winkel, unter welchem zwei bestimmte durch *ac* und *ar* (Fig. 2) dargestellte Kräfte auf eine in *a* gedachte



Kugel momentan wirken, wächst, wie die vier Fälle der Zeichnung darstellen; so wird die als Resultat sich ergebende und durch die Diagonale *ao* dargestellte dritte Kraft abnehmen. Sind die beiden Seitenkräfte einander gleich, und wirken sie endlich einander gradlinig entgegen, wie der vierte Fall anzeigt; so heben sie einander auf und der Körper *a* bleibt in Ruhe, wenn er ursprünglich in Ruhe war.

War aber für den letzten Fall der Körper *a* in Bewegung begriffen, als die beiden gleichen Kräfte in demselben Momente

Digitized by Google

auf ihn nach entgegengesetzter Richtung einwirkten, so mußte er nach dem Beharrungsgesetze die Bewegung weiter fortsetzen und zwar unter gleichen, also hier rechten Winkeln gegen die gleichen Seitenkräfte, aber unter ungleichen Winkeln gegen ungleiche Seitenkräfte.

Ehe wir an diese Betrachtung eine für die Bewegung der Himmelskörper wichtige Anwendung knüpfen, müssen wir noch die Entstehung einer neuen und gewissermaßen recht geheimnißvollen Kraft kennen lernen.

Es ist nämlich höchst merkwürdig, daß in einem Körper, wenn er gezwungen wird, sich in einer krummen Bahn zu bewegen, sofort eine neue Kraft sich entwickelt, welche ihn in der von dem Mittelpunkte der Bewegung nach ihm gezogenen geraden Linie weiter fort zu treiben strebt. Wir wollen diese Kraft Fliehkraft nennen.

Wenn man z. B. an einem Faden einen Körper im Kreise um seinen Mittelpunkt bewegt, so spannt diese Fliehkraft in jedem Punkte der Bahn des Körpers den Faden zu einer graden Linie aus (spannende Kraft), wirkt also in der That in der graden Verlängerung der Verbindungslinie zwischen diesem Mittelpunkte und dem Körper, während die im Mittelpunkte wirksame Kraft den Körper durch den Zusammenhang des Fadens dahin zurückzieht, also eine Zentralkraft ist.

Es ist aber zur Entstehung der Fliehkraft nicht durchaus nothwendig, daß der Körper durch ein festes Band mit dem Mittelpunkte der Bewegung verknüpft ist. Stellen wir z. B. ein Glas mit Wasser auf einen etwas breiten Faßbinderreifen und bringen wir diesen, indem wir vorsichtig mit Schwingungen beginnen, endlich um seinen obersten Punkt in eine kreisförmige Bewegung; so wird das Wasser in jeder Lage des Glases durch die Fliehkraft nach seinem Boden hingetrieben, fließt also auch dann nicht aus, wenn auch das Glas den Boden oben hat. — In noch auffallenderer Weise haftet der Kunstreiter bei dem sogenannten Lendenritte an der Hüfte der nach dem Mittelpunkte der Bahn gekehrten Seite des Pferdes ohne herabzugleiten, was sicher geschehen würde, wenn

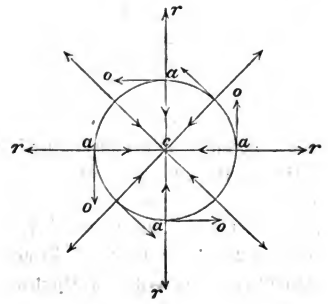
Digitized by Google

das Pferd stillstände oder nicht schnell genug im Kreise sich bewegte. Je gewichtiger der Reiter ist, desto schneller muß das Pferd laufen, damit er nicht herabfalle, denn die Fliehkraft, welche er erlangt, ist ein Produkt aus seiner Masse (Gewicht) und seiner Geschwindigkeit.

Dieselbe Kraft tritt endlich auf bei der freien Bewegung der Himmelskörper um einen Zentralkörper. Hier wirkt als Zentralkraft die Gravitation, d. h. das Bestreben der kleineren Masse nach dem Schwerpunkte der größeren sich zu bewegen.

Aus der Zentralkraft und der Fliehkraft bildet sich in jedem Augenblicke der Bewegung als Resultat eine neue Kraft, welche den Körper in jedem Momente in derjenigen geraden Berührungslinie (Tangente) der Bahn forttreiben will, die durch diesen Punkt der krummlinigen Bahn gelegt ist, worin der Körper sich grade befindet. Diese resultirende Kraft heißt daher auch Tangentialkraft. Es ist falsch, die Tangentialkraft als Schwungkraft darzustellen, sie ist vielmehr entschieden eine zusammengesetzte Kraft, wie hier gezeigt worden ist.

Bleiben die beiden Kräfte, die Zentralkraft und die Fliehkraft unverändert und dabei in allen Punkten der Bahn einander gleich, so muß diese Bahn des Körpers ein Kreis sein, wie es Figur 3



andeutet, wobei die Linien *ac* die Zentralkraft, *ar* die Fliehkraft

und *ao* die Tangentialkraft nach ihren Richtungen in den einzelnen Punkten bedeuten.

Wird ein Körper um den Punkt *c* in einem Kreise gleichmäßig geschwungen, so wird die Fliehkraft in allen Punkten der Bahn vom Mittelpunkte aus im Gleichgewicht erhalten. Ist der Kreis auf dem Horizonte lothrecht und läßt man einen so geschwungenen Körper in einem der Endpunkte des horizontalen Durchmessers los, so entfernt er sich lothrecht; aber auch in allen anderen Punkten der Bahn bildet die Richtung seiner Bewegung anfangs mit der Zentralkraft und der Fliehkraft rechte Winkel. Nur das Bestreben, zur Erde zu gelangen, bringt in den letzteren Fällen nach dem Loslassen des Körpers eine Krümmung der Bahn hervor.

Wenn aber ein Wachsen oder ein Abnehmen der beiden Kräfte oder auch nur der einen eintritt, so muß die krumme Bahn eine andere Gestalt bekommen.

Daß übrigens die Größe der Fliehkraft abhängig ist, im graden Verhältnisse von der Masse und der Geschwindigkeit, läßt sich leicht erkennen. Wird z. B. von zwei gleichgewichtigen Kugeln an Fäden von gleicher Länge die zweite in 1 Sekunde zweimal im Kreise geschwungen, die erste nur einmal; oder ist der Faden der zweiten Kugel bei gleicher Drehungszeit doppelt so lang; oder hat die zweite Kugel bei gleicher Fadenlänge und Drehungszeit das doppelte Gewicht; so ist die Fliehkraft der zweiten Kugel die doppelte gegen die der ersten. Dieses zeigt sich zwar schon, wenn man die Kugeln an irgend einem bestimmten Punkte der Bahn losläßt, sicherer aber noch durch besondere Rotationsapparate.

Noch eine andere und für die künftigen Betrachtungen äußerst wichtige Verbindung zweier Kräfte zeigt sich in der Axendrehung.

Wenn ein fester Körper um eine feststehende, durch ihn gehende grade Linie als Axe drehbar ist und man läßt eine hinreichend starke Kraft auf eine Stelle in einer anderen Richtung als grade nach der Axe hin einwirken, wie z. B. das Wasser eines Flusses auf die Schaufeln eines um eine Axe drehbaren Wasserrades; so erfolgt eine Drehung des Körpers um jene Linie, wobei alle Punkte

Digitized by Google

desselben in gleicher Zeit Kreisbahnen beschreiben, jeder um einen gewissen Punkt der Axe.

Ist der Körper eine Kugel und geht die Axe durch ihren Mittelpunkt, so bewegen sich die Punkte der Kugeloberfläche, welche von der Axe und ihren Endpunkten, den Polen, am weitesten entfernt sind, in dem größten Kreise, also auch am schnellsten und beschreiben den Aequator.

Die Axendrehung erscheint also hier als das Resultat zweier Seitenkräfte: des Zusammenhanges oder der Kohäsion der Massentheilchen mit der Axe und einer anderen, nicht gerade gegen die Axe hin wirkenden Kraft, einer Tangentialkraft Die Kohäsion kann aber ersetzt werden durch die Gravitation aller Massentheile nach dem Mittelpunkte oder Schwerpunkte des Körpers selbst und der excentrische oder Seitenstoß durch die Gravitation zu einem seitwärts befindlichen anderen Körper.

Ist die Axendrehung eingeleitet, so setzt sie sich nach dem Beharrungsgesetze auch fort, indem jedes Körpertheilchen der Tangentialkraft um so mehr folgen will, je massiger es ist und je schneller es sich bewegt. Diese Kraft nennen wir Rotationskraft. Ihre Größe ist auch im graden Verhältnisse abhängig von der Masse und der Geschwindigkeit. Jedes Theilchen schlägt, indem es auf einer Kreisperipherie sich bewegt, in jedem Momente einen Weg zwischen der Tangential- und der Zentralkraft ein.

Diese Rotationskraft ist es, welche im Maschinenwesen den Schwungrädern eine so bedeutende Rolle zuertheilt. Je mehr Masse sie an ihrer Peripherie haben und je schneller sie sich drehen, desto größer ist ihr Bestreben, mit einer gewissen Kraft eine gewisse gleichmäßige Geschwindigkeit beizubehalten. Erleichtert man ihren Umfang etwa durch das Abnehmen angehängter Gewichte, so vermindert sich unter übrigens gleichen Umständen die Rotationskraft und seine Geschwindigkeit würde abnehmen, wenn es sich nur mit der ihm allein innewohnenden Kraft weiter bewegte.

Mit der Axendrehung eines Körpers sind zunächst vier Erscheinungen verknüpft:

1) bei hinreichend schneller Drehung und einer von der Axe

Digitized by Google

aus nach allen Richtungen in jedem Drehungskreise gleichen Massenvertheilung wird die Axe eine freie, d. h. sie und der ganze Körper braucht im freien Weltraume nicht mehr getragen zu werden, damit der Körper der Gravitation zu einem anderen Körper nicht mehr folge oder falle, d. h. der Körper verliert gewissermaaßen sein ganzes Gewicht. In der Nähe eines anderen gewaltigen Körpers, z. B. der Erde, bedarf die Axe allerdings noch eines einzelnen Stützpunktes.

Wenn eine Metallscheibe, welcher man zur Vergrößerung ihrer Rotationskraft ziemlich viel Masse an ihrem Umfange gibt, um die horizontal gehaltene Axe hinreichend schnell gedreht wird; so schwebt die Scheibe in dieser Lage frei, wenn auch nur das eine Ende der Axe eine Stütze hat, z. B. in einer Schleife eines Fadens liegt. Diese Erscheinung macht in der That einen überraschenden Eindruck.

Jeder Punkt der Axe ist nämlich der Schwerpunkt von jedem solchen Paare materieller Punkte, welche gleich weit von ihr in derselben Ebene und in derseben graden Richtung mit ihm liegen. Da nun die beiden Kräfte eines jeden Paares von solchen Punkten während der Drehung einander entgegengesetzt wirken und bei gleicher Masse und gleicher Geschwindigkeit einander gleich sind, so halten sie diesen mit ihnen fest verbundenen Schwerpunkt für sich im Gleichgewichte oder tragen ihn frei, ohne daß die Schwere auf ihn einwirken kann, wenn nur die Rotationskraft eines jeden materiellen Punktes die Schwerkraft desselben übertrifft. Die bei der Drehung z. B. abwärts nach dem Horizonte gerichteten Kräfte werden durch eben so große, ihnen entgegengesetzte und aufwärts gerichtete aufgehoben.

2) Die Drehungsaxe erhält eine feste Lage, welche sie um so weniger aufgibt, je größer die Rotationskraft des ganzen Körpers ist, je größer also die ganze Masse desselben und je mehr sie von der Axe entfernt und je größer die Drehungsgeschwindigkeit ist. Jeder materielle Punkt will nämlich bei der Drehung seine Richtung in seiner Drehungsebene nach dem Beharrungsvermögen festhalten und widerstrebt jeder Kraft, welche sie ändern will, mit seiner ganzen Rotationskraft. Bei einem festen Körper wird also

Digitized by Google

jeder Punkt der Axe, mithin auch die ganze Axe als Schwerpunkt aller Punktpaare, welche gleich weit von ihm entfernt sind, in unverrückter Lage erhalten. Man kann aus diesem Grunde den sich drehenden Körper wohl in der Lage der Axe oder auch, indem diese sich selbst parallel bleibt, hin und herbewegen, ohne eine andere Kraft als die des Gewichtes zu überwinden; aber er widerstrebt jeder anderen Bewegung mit der ganzen noch dazu kommenden Rotationskraft, welche eine Summe aus den Produkten der Gewichte aller materiellen Punkte und ihrer Geschwindigkeit ist und unter Umständen sehr bedeutend sein kann. — Weiß man nicht, daß in einem Kästchen eine solche sich recht leise drehende Vorrichtung eingeschlossen ist, so erstaunt man in der That darüber, daß das Kästchen sich nach jeder beliebigen Richtung nicht mit gleicher Leichtigkeit umwenden läßt.

3) Dreht sich ein kugelförmiger Körper, welcher entweder aus flüssigen oder aus leicht verschiebbaren Bestandtheilen zusammengesetzt ist, um eine durch seinen Mittelpunkt gehende, feststehende grade Linie als Axe, so verliert er die Kugelform. Je mehr nämlich die Punkte des Körpers von der Drehungsaxe entfernt sind, ein desto größeres Bestreben haben sie auch von ihr während der Drehung sich zu entfernen und zwar jeder so weit, bis seine Fliehkraft durch die Zentralkraft im Gleichgewichte erhalten wird.

Es ist also klar, daß sich die Durchmesser der auf der Axe senkrechten Kreise um so mehr vergrößern müssen, je größer sie an sich sind oder je näher sie dem Mittelpunkte der Kugel liegen, und daß der Durchmesser des Aequators, welcher im Ruhezustande schon der größte war, jetzt auch der größte wird, während sich die Drehungsaxe verkürzt. Die Endpunkte der Axe oder die Pole besitzen gar keine Fliehkraft, die des Aequators ist die größte. Wir haben jetzt nicht mehr eine Kugel, sondern ein Sphäroid oder eine abgeplattete Kugel.

Die Zentralkraft ist bei flüssigen und bei weichen Körpern die Kohäsion, bei lose nebeneinander im freien Weltraume vorhandenen Bestandtheilen das Bestreben, nach dem Mittelpunkte hin sich zu begeben, oder die Gravitation.

Digitized by Google

4) Bei hinreichend wachsender Drehungsgeschwindigkeit wird mit Vergrößerung der Abplattung für die Körpertheile am Aequator ein Zeitpunkt eintreten, in welchem sie der Tangentialkraft, welche fortwährend frei aufzutreten strebt, wirklich folgen und sich von dem Sphäroid losreißen. Je größer der Zusammenhang der Massentheile ist, desto schneller muß, ehe eine solche Abschleuderung geschieht, die Rotation werden, aber desto mehr Theile von denen, welche zu beiden Seiten des Aequators in dessen Nähe liegen, werden gleichzeitig mit fortgerissen und desto weiter vom Mittelpunkte der Bewegung fort fliegt auch ein abgeschleuderter gewisser Theil.

Die Neigung zu einer solchen Abschleuderung zeigt sich, wenn man eine hohle Glaskugel mit einwenig Flüssigkeit um eine durch ihre Mitte gehende lothrechte Axe schnell dreht. Die Flüssigkeit hebt sich dabei vom Boden der Kugel mit wachsender Drehungsgeschwindigkeit mehr und mehr nach dem Aequator, gibt also ihr Gewicht auf und bildet endlich einen zonenartigen, schwebenden Ring um denselben. Befinden sich in der Kugel Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewichte, z. B. Wasser und Quecksilber, so entfernt sich bei hinreichend schneller Drehung die schwerste am weitesten, weil ihre Fliehkraft am größten ist. — Uebrigens sind solche Abschleuderungen bei den Axendrehungen im praktischen Leben so gewöhnlich, daß es nicht nothwendig erscheint, hier erst noch Beispiele anzuführen.

Wenn ein flüssiger oder aus leicht beweglichen Bestandtheilen zusammengesetzter Körper im Ruhezustande die Gestalt einer Hohlkugel hätte, so würde daraus, wenn diese sich um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe schnell genug drehte, ein auf der Drehungsaxe lothrechter Ring werden, welcher um den Aequator der früheren Kugel frei schweben und dabei sich drehen würde. — Dieses läßt sich mit einem zwar massiven, aber so angebrachten Ringe, daß alle seine Theile der ihnen bei der Drehung zukommenden Fliehkraft mit Rücksicht auf die Kohäsion leicht folgen können, recht deutlich zeigen. Der Ring vertritt hier einen durch die Pole der Hohlkugel gehenden, aus ihr geschnittenen Streifen; was

Digitized by Google

mit ihm stattfindet, gilt für jeden andern solchen Streifen, also auch für die ganze Hohlkugel. Hängt nämlich ein Ring aus einem festen Körper frei und ruhig an einer Schnur und dreht man letztere (selbst bloß zwischen zwei Fingern oder den beiden Händen), so stellt er sich horizontal und dreht sich frei um die durch seinen Mittelpunkt gehende Axe. Hierbei können alle Massentheile des Ringes nach den Stellen hin sich bewegen, wo ihre Fliehkraft am größten ist. Während der Ring horizontal schwebt, halten in jedem seiner Theilchen die Fliehkraft und die Zentralkraft einander das Gleichgewicht.

Unser Weltkörpersystem.

Die neueren Forschungen in der Naturwissenschaft drängen mehr und mehr zu dem Gedanken hin, daß alles Sein und Werden sowohl in der irdischen als auch in der überirdischen Natur unter einheitliche Gesichtspunkte zu bringen ist. Wir können bereits als Thatsache hinstellen, daß die in dem ganzen Weltraume vorhandenen Stoffe dieselben sind, daß sie von denselben in ihrer Gesammtgröße sich gleichbleibenden Kräften und nach denselben Gesetzen beherrscht werden.

Bei der Erforschung der Himmelskörper treten uns in dem unendlichen Weltraume zwar die manigfaltigsten Gebilde und Erscheinungen, aber in einer solchen Weise entgegen, daß wir durch sie gewissermaßen belehrt werden sollen, um bei sorgfältiger Forschung uns eine genaue Vorstellung von der Entstehung einheitlicher Systeme und von der Entwicklung eines einzelnen Himmelskörpers zu machen. Die in dem Weltraume sich darbietenden Erscheinungen und Thatsachen lassen uns nämlich mit Sicherheit die verschiedenen Stufen der Entwicklung und des Ablebens oder der Zerstörung von Weltkörpergebilden erkennen. Weil aber in der Natur strenges Gesetz herrscht, so sind alle Vorgänge einer streng

Digitized by Google

mathematischen und physikalischen Prüfung fähig. Da ferner die wissenschaftlichen Nothwendigkeiten auch Naturnothwendigkeiten sind, so folgt die Wissenschaft nicht blos den Erscheinungen, sondern sie eilt ihnen sogar voraus und stellt genau fest, was sich ereignen werde. Aber in konsequenter Anwendung der Naturgesetze können wir auch einen sicheren Blick in die Vergangenheit thun und eine Weltengeschichte aufbauen, welche einen Anspruch auf absolute Richtigkeit hat, wenn sie auf Thatsachen und Naturgesetze sich gründet.

Es gab und gibt heute noch im Weltraume weit ausgebreitet äußerst lose und fein zertheilte Stoffe. Diese Stoffe waren und sind fortwährend Veränderungen unterworfen; theils suchten sie miteinander zu größeren und festeren Körpern sich zu verbinden, theils wurden sie, wenn sie theilweise in der Verbindung begriffen waren, vorzüglich durch die bereits festeren Körper wieder zerstreut.

Weil jetzt noch die Stoffe im Weltraum in sehr verschiedenen Graden der Verdichtung vorhanden sind, so sind auch Wärme und Licht in verschiedenen Stufen vorhanden. Hat sich endlich ein selbstständiger Körper gebildet, welcher einer Verdichtung und Erwärmung nicht mehr fähig ist, so tritt eine Periode der Abkühlung an dem umgebenden kalten Weltraume ein, welche durch die Nachbarschaft eines heißen Körpers nicht unmöglich gemacht, sondern nur verzögert werden kann.

Treten nach den allgemeinen Gesetzen der Massenanziehung die im Weltraume fein zertheilt vorkommenden Elementarstoffe irgendwo einander näher und bilden sie ein zwar noch sehr loses und formloses, aber zusammengehöriges Ganzes, so haben wir einen planetarischen Nebel, noch ohne eigenes Licht.

Bei zunehmender Verdichtung nimmt das Ganze mehr und mehr Kugelgestalt an, es steigt die Wärme und, wenn diese einen hinreichenden Grad erlangt hat, beginnt dieses noch ziemlich lose Ganze zu leuchten und wir haben eine kosmische Wolke, deren man mit bewaffneten Augen im Weltkörper außerordentlich viele entdeckt.

Je dichter das Gebilde wird, desto kräftiger tritt die Neigung

Digitized by Google

der Massentheile hervor, sich um den Mittelpunkt zu lagern. Wir erkennen dann einen stärker leuchtenden Kern mit einer matteren Hülle oder wir haben einen Nebelstern.

Bisweilen haben sich in einer kosmischen Wolke die Massentheile nach und nach im Laufe unmeßbarer Zeiten gruppenweise zu theils dichteren, theils loseren Gebilden zusammengeschaart, welche eine verschiedene Entfernung von einander haben. Dann sind im Innern eine größere Menge hell leuchtender Stellen vorhanden, und dies ist eine Gruppe von Nebelsternen oder ein Nebelstern mit mehren Kernen.

Nach und nach erlangte die ganze Masse eines einfachen Nebelsternes eine so hohe Temperatur, daß sie sich in einem glühend gasförmigen Zustande befand, aber an ihrer äußeren Gränze wegen der Abkühlung durch den kalten Weltraum zuerst eine aus Gasen von Schwermetallen (Platin, Eisen u. s. w.) bestehende leuchtende Hülle besaß.

Bei weiterer Abkühlung bildete sich als Niederschlag von Schwermetallen ein glühend flüssiger Kern umgeben mit einer Gasatmosphäre, an deren äußerer Gränze wieder oder immer noch durch Abkühlung an dem umgebenden Weltraume ebenfalls leuchtende Wolken aber schon mehr mit Unterbrechungen und Flecken sich entwickelten. Wir haben jetzt eine Sonne oder einen Fixstern mit scharfer Begränzung und einem starken Lichte.

Die Sonne.

Wir wollen nun zunächst bei unserer Sonne und dem zu ihr gehörigen Schwarme von Himmelskörpern stehen bleiben. Sie bewegt sich von Westen nach Osten in 25,12 Tagen um eine bestimmte Axe, alle (104) bis jetzt entdeckten Planeten laufen in derselben Richtung und alle auch fast in derselben, von dem Sonnenäquator wenig abweichenden Ebene in verschiedenen Entfernungen und in verschiedenen Zeiten um sie; gleichzeitig aber drehen sie sich auch von Westen nach Osten in verschiedenen Zeiten, jeder um eine durch seinen Mittelpunkt gehende Axe. Die zu einzelnen

Digitized by Google

Planeten gehörigen Monde drehen sich ebenfalls in derselben Richtung um ihren Planeten, indem sie ihm dabei aber stets dieselbe Seite zuwenden, so daß eine einzige Axendrehung erst nach einem ganzen Umlaufe um den zugehörigen Planeten stattgefunden hat. Besitzt ein Planet mehre Monde, so bewegen sich alle fast in der Ebene des Aequators um ihn und sind daher stets so ziemlich in einer graden Linie sichtbar. — Ueberdies gibt es eine Menge jetzt als zu unserer Sonne gehörig erkannter Kometen, welche ebenfalls von Westen nach Osten sich um sie bewegen.

Außer den drehenden Bewegungen hat die Sonne mit allen diesen Körpern noch eine nach einer Zentralsonne (der Sterngruppe der Plejaden) hin fortschreitende Bewegung im Weltraume, von der es höchst wahrscheinlich ist, daß sie in einer bestimmten geschlossenen Bahn in etwa 22 Millionen Jahren zurückgelegt wird.

Diese Uebereinstimmung in der Bewegungsrichtung aller zur Sonne gehörigen Weltkörper ist kein Spiel des Zufalls. Wir können vielmehr nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung, selbst wenn wir auf die neuentdeckten Planetoiden nicht Rücksicht nehmen, mehr als 200 Billionen gegen 1 wetten, daß sie die Folge einer Naturnothwendigkeit ist, und die durch naturgesetzliche Thatsachen unterstützte Behauptung aufstellen:

alle diese Weltkörper waren nur mit theilweiser Ausnahme der Kometen früher die lockeren Bestandtheile einer einzigen, außerordentlich weit im Weltraume verbreiteten chaotischen Urmasse von kugelförmiger Gestalt, welche eine Axendrehung besaß und von welcher unsere Sonne den noch übrige Rest des fester gewordenen Kernes ist.

Daß im Weltraume schwebende lockere zarte Massen in gewissen Raumgebieten sich möglichst zusammenschaaren, liegt bekanntlich in der Gravitation der Theilchen zu einander, und daß die Gestalt der Schaar kugelförmig wird, hat seinen Grund in dem bei dieser Gravitation auftretenden Bestreben nach allen Richtungen hin das Gleichgewicht herzustellen, was nur in der Kugelgestalt seine Befriedigung findet.

Digitized by Google

Die nächste Frage wäre nun wohl diese: welche Kraft hat der lockeren chaotischen kugelförmigen Urmasse eine Axendrehung gegeben?

Die Ansicht selbst namhafter Astronomen (Laplace), daß dieses durch einen seitlichen Stoß eines anderen Weltkörpers geschehen sei, ist unhaltbar, weil ein solcher Stoß die lockere zerstreute Masse nur an der getroffenen Stelle und deren Umgebung in eine unordentliche Bewegung, nicht aber die ganze Dunstmasse in eine Drehung versetzt haben würde.

Jene Axendrehung ist vielmehr, wie ich meine, das Resultat zweier Gravitationskräfte, der einen, welche allen Massentheilen eine Bewegung nach dem Mittelpunkte der Kugel gab und der anderen, welche die ganze Dunstkugel, also auch jedes Theilchen in einer sehr mäßig gekrümmten Bahn im Weltraume forttrieb, wie sie heute noch in dem ganzen zur Sonne gehörigen Systeme von Körpern sich wirksam zeigt und jedenfalls auch eine Folge der Massenanziehung oder Gravitation einer anderen gewaltigen Masse, einer Zentralsonne, ist. Die erste Kraft wirkt als Zentralkraft, die letztere als Tangentialkraft und aus beiden setzt sich, wie wir bereits wissen, die Axendrehung zusammen. — Wenn freilich die Dunstkugel mit ihrem Mittelpunkte fortwährend genau gradlinig nach einem gewissen Ziele hingegangen wäre, so würde die Axendrehung nicht entstanden sein. Wie aber im ganzen Weltraume gar keine gradlinigen Bewegungen vorkommen, so ist es auch hier der Fall, indem das Ziel der Gravitation seitwärts von der Bahn des angezogenen kosmischen Nebels lag, daß also die Einwirkung von jenem auf die beiden ungleich entfernten Seitenhälften der ungeheuer großen Dunstkugel eine ungleiche gewesen sein mußte. Die Drehung mußte im Sinne der stärker angezogenen Hälfte erfolgen, d. h. die Kugel mußte sich mit dem an der äußeren Seite der Bahn liegenden vorderen Theile (Quadranten) vorwärts gehend nach dem vorderen Theile (Quadranten) der inneren Seite drehen, welche eben durch die Gravitation zu einer gewichtigeren Masse mehr zurückgehalten wurde als jene.

Die lockere Dunstkugel bestand aus den verschiedenartigsten

Digitized by Google

Urstoffen in chaotischer Vermengung. Zufolge der allgemeinen Massenanziehung ihrer Bestandtheile zueinander und der chemischen Verwandtschaft verschiedener Stoffe untereinander verdichtete sich die Kugel, d. h. die Massentheile nahmen mehr und mehr eine Bewegung nach dem Mittelpunkte als gewissermaßen dem Sitze der Gesammtanziehung aller Theilchen an. Die Folgen davon waren für die Kugel als Ganzes:

1) eine Erhöhung der Temperatur,

2) eine Vergrößerung der Drehungsgeschwindigkeit, denn so wie jetzt bei uns ein fallender Körper während seiner Annäherung an den Mittelpunkt der Erde beschleunigt wird, so ging jedes Massentheilchen jener ursprünglich lockeren Kugelmasse fallend vorwärts und darin liegt eben eine Beschleunigung der Axendrehung.

3) Eine weitere Folge davon war die Vergrößerung der Abplattung, d. h. der Durchmesser des Aequators wuchs, während die Axe abnahm.

4) War endlich die stark sich abplattende und drehende Kugel in einem feurig flüssigen Zustande, so mußten sich aus der Gegend ihres Aequators, wo die Fliehkraft am größten ist, nach Erlangung einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit größere oder kleinere Massen, je nach dem Grade ihrer Dichtigkeit abschleudern. Nach jeder Abschleuderung mußte der Zentralkörper etwas langsamer sich bewegen, weil er grade da, wo seine Rotationskraft am größten war, nämlich am Aequator, etwas von seiner Masse verloren hatte. Wenn aber zufolge der fortschreitenden Verdichtung die Drehungsgeschwindigkeit und Abplattung im Laufe der Zeiten wieder zunahm, so mußten dergleichen Abschleuderungen von Zeit zu Zeit sich wiederholen und namentlich, wenn an dem Zentralkörper durch die Nähe eines schon vorhandenen Körpers Fluthwellen gebildet wurden.

Jede der abgeschleuderten Massen mußte

a) sich wegen der Gravitation ihrer eigenen Massentheile zueinander sofort kugelförmig gestalten und konnte es, weil sie noch feurigflüssig war;

b) sie mußte soweit im Weltraume fortfliegen, bis ihre Fliehkraft durch die Gravitation zur Zentralkraft im Gleichgewichte ge-

Digitized by Google

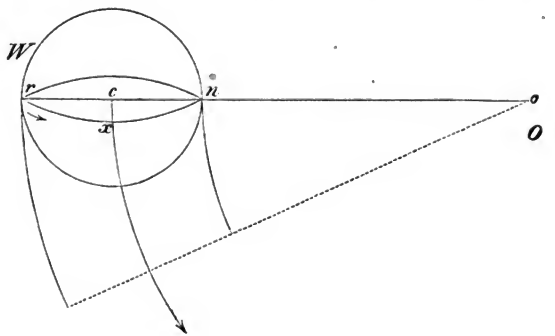
halten wurde. Die Flugbahn war übrigens nicht eine grade, sondern eine parabolisch gekrümmte Linie, weil der Körper mehr und mehr aus dem Bereiche des Mutterkörpers kam, indem er nach dem Beharrungsgesetze von dem Augenblicke der Ablösung an der gleichmäßig wirkenden Fliehkraft folgen konnte, während die Zentralkraft abnahm, wie die Quadratzahlen der Entfernung wuchsen. Die Linie hatte also ihre stärkste Krümmung am Zentralkörper;

c) die abgeschleuderte Masse mußte sofort eine doppelte Bewegung annehmen;

α, eine Revolutionsbewegung um den Zentralkörper in einer freien geschlossenen krummlinigen Bahn, indem der neue Körper in jedem Augenblicke der Tangentialkraft in einer Richtung folgte, wie sie nach den früher angegebenen Gesetzen sich ergiebt. Der Anfangspunkt dieser Bahn liegt in jenem Gleichgewichtspunkte der beiden Seitenkräfte: der Fliehkraft des Körpers im Ablösungspunkte und der Zentralkraft des Mutterkörpers nach der Ablösung.

β, der Körper nahm sofort nach seiner Ablösung vom Zentralkörper eine Axendrehung an, und zwar in der Richtung der Revolutionsbahn. Dieses läßt sich auf folgende Weise erkennen.

Ist o (Fig. 4) der Mittelpunkt des Zentralkörpers, c der des



Digitized by Google

abgeschleuderten und *rn* der in der Richtung von *oc* liegende Durchmesser des letzteren; so beschreibt der von *o* weiter entfernte Punkt *r* eine größere Bahn um den Zentralkörper in derselben Zeit, als der nähere Punkt *n*, es ist also die Geschwindigkeit des ersteren und bei derselben Massenhaftigkeit mit *n* auch seine Bewegungskraft (sowohl Schwung- als auch Tangential- und Rotationskraft) eine größere, als bei *n*. Die Folge davon ist, daß die entstandene Kugel eine Axendrehung von *r* über *x* nach *n* annehmen muß. Wenn also die Revolutionsbewegung von Westen (*W*) nach Osten (*O*) stattfand, so ist es auch mit der Axendrehung oder Rotationsbewegung der Fall.

Es konnte übrigens nicht fehlen, daß der vom Zentralkörper sich ablösenden Hauptmasse noch andere rückwärts oder westlich gelegene und mit ihr zusammenhängende Massen nachstürzten und daß diese wegen ihrer Fliehkraft stoßend auf die äußere oder auf die Westseite von jener wirkten, wodurch die Axendrehung befördert wurde.

d) Die abgeschleuderte kugelförmige Masse mußte endlich sich auch abplatten, da sie feurigflüssig war, es noch lange blieb und eine Axendrehung angenommen hatte. Sie war also auch ihrerseits zu Abschleuderungen fähig.

Die Planeten.

So nun entstanden aus dem sich um eine Axe drehenden Zentralkörper, dessen Rest die jetzige Sonne ist, die Planeten in einer Aufeinanderfolge, die durch ihre Entfernung von der Sonne angegeben wird; zuerst der entfernteste, nämlich Neptun, dann Uranus, Saturn, Jupiter; nun kommen die zu einander gehörigen Asteroiden, von denen bis jetzt 96 entdeckt sind; ferner Mars, Erde, Venus und zuletzt Merkur, so daß wir augenblicklich 104 Planeten kennen.

Weil die Rotationskraft des Zentralkörpers nach jeder Abschleuderung geringer wurde, konnte jeder neue Planet nicht so

Digitized by Google

weit in den Weltraum hinaus fliegen, als der frühere. Es werfen sich hierbei aber noch eine ganze Reihe von Fragen auf, deren naturgemäße Beantwortung wir versuchen wollen.

Zunächst *wie* und *wann* geschahen die Abschleuderungen? Wollte man nach dem Vorgange von Laplace annehmen, daß unser Planetensystem aus einem Nebelsterne mit einem dichteren Kern in der Weise sich gebildet habe, daß durch Abkühlung an dem Weltraume sich nach und nach verschiedene verdichtete Atmosphären erzeugt, daß jede von ihnen, wie es wegen der Schwungkraft bei ihrer gleichzeitigen Arendrehung mit dem Zentralkörper nothwendig gewesen wäre, zu einem freien Ringe um den Aequator sich zusammengezogen, daß dann durch Theilung und Zusammenziehung dieser Ringe die einzelnen Planeten entstanden seien; so läßt sich nicht begreifen, warum nicht jetzt noch eine Menge von Planeten in derselben Entfernung von der Sonne vorhanden sind, da sich in jedem für einen solchen Fall unstreitig noch flüssig oder wenigstens leicht theilbar zu denkenden Ringe bei seiner Bildung überall und sofort in ihr ein Geichgewichtszustand herstellen mußte zwischen Zentral- und Fliehkraft, so daß die Massenvertheilung ringsum gleich wurde. Das ist ferner aber absolut unmöglich, daß aus dem ganzen Ringe ein *einzelner* kugelförmiger Planet sich bilden konnte; denn wenn ein Theil des Ringes z. B. auf der Westseite des Zentralkörpers sich frei gemacht hätte, würde der auf der Ostseite in ihn haben hineinstürzen müssen. Ueberdies wäre die Arendrehung eines so entstandenen Planeten wohl kaum erklärlich, sondern in völliges Dunkel gehüllt. Ich halte also die Entstehung der Planeten aus dem Zentralkörper *durch Abschleuderungen* für naturgemäß.

Die Abschleuderung eines jeden Planeten von dem Zentralkörper geschah nur einseitig aus einer *Fluthwelle* desselben und zwar zu der Zeit, in welcher der vorher entstandene Planet auf seiner länglichrunden (elliptischen) Bahn sich am meisten ihm genähert hatte. Gleichwie unser kleiner Mond an der Erde eine viel größere Fluth hervorzubringen fähig ist, als die mächtige aber sehr entfernte Sonne; so geschah es auch durch den jedesmal

Digitized by Google

zuletzt gebildeten Planeten an dem Zentralkörper mit großem Durchmesser. Der Unterschied der Entfernungen des Planeten von dem ihm nächsten und von dem entferntesten Punkte des Zentralkörpers war ein sehr großer in Beziehung auf die Entfernung der Mittelpunkte beider Körper, und davon hängt bekanntlich die Größe oder Höhe der Fluthwellen ab. Es trennte sich natürlich nicht die von dem Planeten abgewendete Welle, sondern blos die ihm zugewendete und von ihm stärker angezogene, wenn die Fliehkraft derselben eine gewisse Größe erlangt hatte, die abgewendete aber fiel in den Zentralkörper zurück, um das für einen Augenblick gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. So erzeugte also der Neptun den Uranus, dieser den Saturn u. s. w. Der Neptun selbst kann entweder durch bloße Ablösung vom Zentralkörper entstanden sein, als dieser die hinreichende Drehungsgeschwindigkeit erlangt hatte oder auch durch die mitwirkende Annäherung eines anderen in der Nähe des noch ungemein weit ausgedehnten Zentralkörpers befindlich gewesenen Himmelskörpers.

Auffallend, aber naturgemäß ist es, daß die entferntesten Planeten das kleinste spezifische Gewicht haben, daß sie also, besonders wenn sie Vollkugeln sind, aus den leichtesten Stoffen bestehen, gleich als ob sie aus den an der Oberfläche des Zentralkörpers sich ansammelnden Schlacken, nicht aus Schwermetallen, sich gebildet hätten. Wenn die Dichte der Erdmasse mit 1 bezeichnet wird, so ist die des Jupiter 0,22, des Saturn kaum 0,1, des Uranus etwa 0,2; Venus ist allerdings noch etwas weniger dicht (0,94), als die Erde; Merkur aber hat die auffallende Dichte von 17,72.

Daß die entferntesten Planeten die größten sind, hat den Grund darin, weil sich anfänglich an dem mehr lockeren Zentralkörper weit größere Fluthwellen bilden ließen, als später bei einer größeren Verdichtung.

Bemerkenswerth ist noch die schnelle Axendrehung der entfernteren Planeten. Sie läßt sich nicht blos aus ihren bedeutenden Durchmessern ableiten, sondern auch noch aus einem Umstande, welcher für alle Planeten äußerst verhängnißvoll wurde. Bei der Ablösung eines Planeten vom Zentralkörper verlor dieser an Masse

Digitized by Google

und konnte die bereits früher vorhanden gewesenen Planeten nicht mehr so stark anziehen als vorher; daher konnte jeder seiner Fliehkraft, welche vorher durch den Zentralkörper im Gleichgewichte gehalten wurde, mehr folgen und flog daher augenblicklich eine Strecke weit fort von dem Zentralkörper in den Weltraum, bis das neue Gleichgewicht hergestellt war. In dieser größeren Unabhängigkeit vom Zentralkörper wurde die Axendrehung jedes älteren Planeten bei der Entstehung eines neuen größer. Die Bewegung um den Zentralkörper langsamer (die Revolutionszeit größer). Die anderen zum Theil furchtbaren und an der Erde heute noch erkennbaren Folgen werden wir später angeben.

Wie lange die abgeschleuderten Planeten noch in einem feurig flüssigen Zustande waren, so lange mußte das ganze System von Körpern einem entfernten Beobachter im Weltraume wie ein Nebelfleck mit mehren leuchtenden Konzentrationspunkten erscheinen, wie wir deren von uns jetzt noch im Weltraume wahrnehmen; denn alle zusammengehörigen Körper, wenigstens die dem Zentralkörper nächsten und jüngsten, mußten noch mit einer dichten, heißen, leuchtenden und weit sich erstreckenden Hülle umgeben sein. Gerieth damals ein Komet in dieses System von Körpern, so war er unwiderruflich verloren und seine Stoffe vermischten sich mit denen der vorhandenen Körper.

Von großer Wichtigkeit für die Existenz der abgeschleuderten Körper sind ferner die Fragen nach der Lage der Rotationsaxe gegen die Revolutionsbahn und nach der Gestalt der letzteren. Die Beantwortung beider hängt ab von der Vertheilung der Masse in dem freigewordenen Körper in Beziehung auf die beiden Seiten des Aequators vom Mutterkörper. Es sind hierbei nur zwei Fälle denkbar: entweder ist die Massenvertheilung genau gleich oder sie ist ungleich. Zur Erläuterung wollen wir für beide Fälle einen sehr einfachen Versuch anstellen.

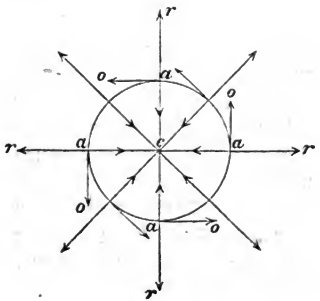
a) Befestigen wir an die Mitte eines überall gleichmäßigen Stabes eine Schnur, an die Enden des Stabes zwei Körper, z. B. Holzkugeln, von genau gleichem Gewichte und schwingen wir diese Vorrichtung, bei welcher die Massenvertheilung zu beiden

Digitized by Google

Seiten von der Mitte des Stabes aus eine gleiche ist, in einem horizontalen Kreise, indem wir den Stab in lothrechter Lage loslassen; so wird der Stab auf diesem Kreise stets lothrecht stehen bleiben, weil die gleichen Massen eine gleiche Fliehkraft besitzen.

Bei dieser Vorrichtung vertritt die Ebene des Kreises, den der Faden beschreibt, den Aequator des ganzen rotirenden Zentralkörpers, der Stab mit den Kugeln den abgeschleuderten Körper, dessen Massenvertheilung zu beiden Seiten des Aequators eine gleiche ist, der Stab selbst die Drehungsaxe des Körpers.

Für den außerordentlich unwahrscheinlichen Fall einer genau gleichen Massenvertheilung zu beiden Seiten des Aequators würde sich also die Axe des abgeschleuderten Planeten lothrecht auf die Bahn stellen; diese selbst aber würde im freien Raume ein Kreis werden, weil keine Veranlassung dazu da ist, daß die Fliehkraft in irgend einem Punkte der Bahn sich ändern und aufhören sollte, überall der ursprünglich wirksamen Zentralkraft, der sie im Anfangspunkte der Bahn das Gleichgewicht hielt, gleich zu sein, so daß die resultirende Tangentialkraft überall lothrecht auf der Richtungslinie der beiden Seitenkräfte steht, wie es Figur 3 zeigt.

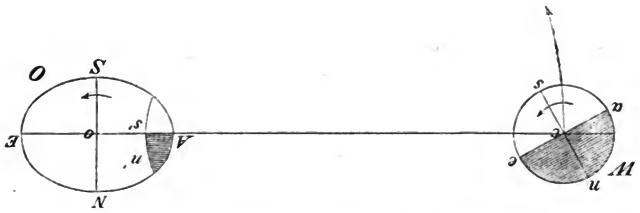


b) Befestigen wir aber an die Enden eines überall gleichmäßigen Stabes zwei Körper von ungleichem Gewichte und schwingen wir die Vorrichtung mittelst einer in der Mitte des Sta-

Digitized by Google

des befestigten Schnur im Kreise horizontal, so fliegt der gewichtigere Körper, wenn wir auch den Stab anfänglich wieder lothrecht hielten, weiter fort von dem Mittelpunkte der Drehung als der leichtere, weil die Schwungkraft von jenem wegen größerer Masse größer ist, als von diesem, und der Stab steht nicht mehr lothrecht auf der Drehungsbahn.

Ist also von einem Zentralkörper ein neuer Himmelskörper unter diesen Bedingungen abgeschleudert worden, so liegt seine Drehungsare schief gegen die Umlaufsbahn um jenen, und diese ist dann kein Kreis mehr, sondern wird eine Ellipse, wenn die Axe eine feste Lage behält.



Ist in Figur 5 *o* der Mittelpunkt, der um die Axe *NS* sich drehenden abgeplatteten Kugel, *AE* ihr Aequator und *n's'* ein Stück derselben am Aequator, wobei der schattirte Theil *n'* gewichtiger sein mag, als *s'*; so wird die in der Richtung *oc* abgeschleuderte noch flüssige Masse *n's'* sich zwar kugelförmig mit dem Mittelpunkte in *c* gestalten, aber ihre Rotationsare *ns* wird gegen die Bahn um *o*, in welcher *oc* liegt, eine schiefe Lage annehmen, weil der gewichtigere Theil *n'* weiter fort in die Lage *n* geflogen ist, als der leichtere Theil *s'*. Daß der Aequator *ae* des neuen Körpers gegen den Aequator *AE* des Mutterkörpers auch eine schiefe Lage hat, ist wohl selbstverständlich.

Schwieriger ist es, aus diesen Vorbedingungen den Nachweis dafür zu führen, daß die Revolutionsbahn unter Festhaltung der anfänglich angenommenen Lage der Axe nicht ein Kreis, sondern eine Ellipse wird.

Digitized by Google

Wir wollen für die weitere Betrachtung, die allerdings hier nicht eine tiefer gehende sein wird, die Bewegung der Erde um die Sonne zugrunde legen.

Nach der Vertheilung von Land und Wasser auf der Erdoberfläche zu schließen, sind wir berechtigt, die nördliche Hälfte mit ihren bedeutenden Länder- und Gebirgsmassen für etwas gewichtiger anzusehen als die größtentheils mit Wasser bedeckte Südhälfte, so daß also bei der Loslösung der Erde von dem Zentralkörper jene weiter flog als diese. Je größer der Gewichtsunterschied der beiden Hälften eines abgelösten Planeten war, unter einem umso kleineren Winkel gegen die Bahn neigte sich die Rotationsaxe.

Bei der Erde beträgt dieser Winkel 66½ Grade, so daß der Erdäquator gegen die Bahn eine Neigung von 23½ Graden besitzt. Die Neigung der Axe gegen die Bahn beträgt bei Merkur 20°; bei Mars 28°.42′, bei Jupiter nur 3°, bei Saturn 30°; Venus und Uranus scheinen stärker geneigte Axen zu besitzen.

Aus dem Angeführten ergibt sich mit Sicherheit, daß die Erde in dem Punkte der Bahn zuerst auftrat, worin die nördliche Halbkugel von der Sonne am meisten abgewendet, die südliche also am meisten zugewendet ist, d. i. zur Zeit unseres kürzesten Tages. Der 21. Dezember ist also der Geburtstag unserer Erde.

Von diesem Augenblicke an ist die Bewegung der Erde ähnlich der eines aufwärts geworfenen Steines: sie entfernt sich drehend mit einer festen Lage der Axe von dem Zentralkörper bis zu einem gewissen Punkte mit abnehmender Geschwindigkeit, um dann mit zunehmender ihm wieder bis zum Ausgangspunkte sich zu nähern. Die Wurfkraft entspricht der Fliehkraft, die Zentralkraft ist in beiden Fällen die Gravitation (dort des Steines zur Erde, hier der Erde zur Sonne). Der Unterschied besteht aber darin,

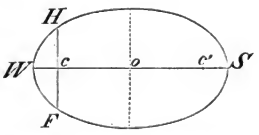
1. daß die Wurfkraft nur momentan wirkt und nach dem Beharrungsgesetze den Körper in gleichen Zeiten durch gleiche Wege gradlinig treibt, während die Fliehkraft der ganzen Erde wegen der festen Lage der Axe und bei der ungleichen Massenvertheilung zwischen der Nordhälfte und der Südhälfte ihre Stärke und Richtung fortwährend ändert;

Digitized by Google

2. darin, daß die Anziehungskraft der Erde gegen einen an ihrer Oberfläche geworfenen Körper ohne einen merklichen Fehler als unveränderlich (konstant) angesehen werden kann, während die Gravitation der Erde zur Sonne bei so bedeutend verschiedenen Entfernungen beider in verschiedenen Punkten der Erdbahn eine veränderliche Größe hat.

Eine noch größere Aehnlichkeit möchte die Bewegung der Erde um die Sonne mit der des australischen Boomarang haben. Diesen winkelförmigen, der Länge nach halbirten Baumast mit ungleich langen und ungleich schweren Schenkeln wissen die Urbewohner so geschickt schräge aufwärts zu schleudern, daß er wieder in ihre Hände zurückkehrt, nachdem er, sich um eine Axe drehend, eine krumme Bahn beschrieben hat. Die Gründe für die Zurücklegung grade einer solchen Bahn und die Wiederkehr in den Ausgangspunkt sind freilich ganz anderer Natur.

Wegen der sich gleich bleibenden Lage der Erdaxe wendet die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne c (Figur 6) von dem Aus-



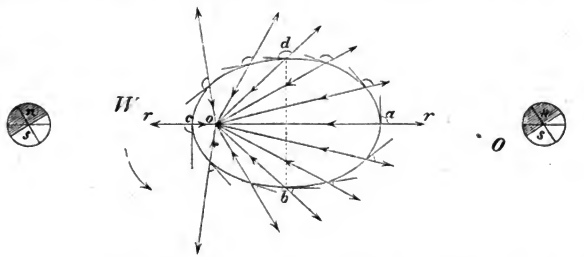
gangspunkte *W* (den 21. Dezember nachmittags 1 Uhr) an ihre nördliche gewichtigere Hälfte mehr und mehr der Sonne zu; es tritt ein Augenblick ein (den 20. März abends 8 Uhr) in einem Punkte *F* der Bahn, in welchem von der Südhälfte ebensoviel jenseits der Erdbahn liegt wie von der Nordhälfte diesseits; stets dann ein anderer in dem Punkte *S* (den 21. Juni morgens 5 Uhr), in welchem die Nordhälfte am meisten der Sonne zugewendet ist. Bis dahin ist, weil die Erde ihre Nordhälfte mehr und mehr der Sonne zuwendet, die Schwungkraft der Erde in stetem Abnehmen begriffen; in diesem letzten Punkte *S* ist sie am kleinsten und der Zentralkraft, welche bis dahin bei zunehmender Entfernung der Erde von der Sonne fortwährend abgenommen hat, gleich, so

Digitized by Google

daß die aus beiden resultirende Tangentialkraft in *S* auf den Richtungslinien der beiden Kräfte wieder senkrecht steht, wie in *W*.

Weil sich von *S* an die gewichtigere Nordhälfte der Erde von der Sonne mehr und mehr abwendet, nimmt die Schwungkraft derselben zwar zu, aber auch die Zentralkraft wächst in demselben Maße, in welchem sie früher abgenommen hatte, bis beide endlich in dem Ausgangspunkte *W* wieder einander gleich sind. — Zwischen *S* und *W* liegt auf dem Rückwege der Bahn ein Punkt *H*, wo wie in *F* von der Nordhälfte der Erde ebenso viel diesseits der Erdbahn liegt, wie von der Südhälfte jenseits. Die Erde befindet sich daselbst am 22. September abends 7 Uhr.

Aus der Schwungkraft und der Zentralkraft setzt sich in jedem Punkte der Bahn die Tangentialkraft zusammen, wie es Fig. 7



andeutet, wobei auch auf die Veränderlichkeit der Schwungkraft Rücksicht genommen ist. In *c* und *a* bildet die Tangentialkraft mit den beiden Seitenkräften rechte Winkel; von *c* über *b* bis *a* liegt sie der Fliehkraft näher und bildet mit ihr einen spitzen Winkel, welcher von *c* bis *b* ab-, von *b* bis *a* zunimmt; von *a* über *d* bis *c* liegt sie aber der Zentralkraft näher und bildet mit der Fliehkraft einen stumpfen Winkel, welcher von *a* bis *d* zu-, von *d* bis *b* abnimmt.

Obwohl also in der ersten Hälfte der Bahn die Fliehkraft in jedem einzelnen Punkte abnimmt, so muß sie doch wegen ihrer kontinuirlichen Einwirkung ein Entfernen der Erde von der Sonne, und

Digitized by Google

in der zweiten Hälfte ungeachtet ihrer Zunahme ein Annähern zur Sonne zeigen, weil hier die unabläſſig einwirkende Zentralkraft von dem Punkte *a* an ein Uebergewicht über die Fliehkraft erlangt und ſomit die Erde von da an zu einem Rückwege auf einer Bahn zwingt, die wegen der feſten Lage der Axe ebenſo geformt iſt wie der Hinweg.

Die Geſchwindigkeit nimmt in jenem Falle ab, in dieſem zu; iſt in *a* am kleinſten, in *c* am größten, in *b* ſo groß als in *d*.

Auf dieſe Weiſe wird durch den Kampf zweier Kräfte, welche wegen der ſchiefen aber feſten Lage der Drehungsaxe gegen die Revolutionsbahn in geſetzmäßiger Weiſe veränderlich ſind, nicht ein Kreis, ſondern eine Ellipſe als Bahn erzeugt.

Mit welcher ungeheuren Kraft die Erde bei der täglichen Drehung ihre Axe in einer beſtimmten Lage feſthält, läßt ſich daraus entnehmen, daß ihr Gewicht ungefähr 123191 Trillionen Zollzentner beträgt und daß ſie dabei hohl iſt, wofür äußerſt gewichtige Gründe vorliegen, wovon wir ſpäter noch ſprechen werden. Die anderen, innerhalb ſehr enger Gränzen gehaltenen Bewegungen der Erdaxe (Nutation) übergehen wir hier.

Bei der Bewegung der Erde um die Sonne muß indeß noch ein Umſtand berückſichtigt werden. Stände ihre Axe ſenkrecht auf der Bahn, und wäre dieſe ein Kreis, ſo würde ihr Mittelpunkt von dem Mittelpunkte der Sonne ſtets dieſelbe Entfernung behalten. Bei ſchiefer Lage der Axe erlangt aber der Erdmittelpunkt, ſelbſt wenn die Bahn ein Kreis wäre, in unſerem Winterwendepunkte *W*, die größte, im Sommerwendepunkte *S* die kleinſte Entfernung von dem Mittelpunkte der Sonne. Dieſer Umſtand, in Verbindung mit dem durch die abgeplattete Geſtalt der Erde bewirkten Vorrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte, bringt ein Zu- und Abnehmen der Excentrizität *cc'* der elliptiſchen Bahn in einem Zeitraume von faſt 26000 Jahren hervor. Die Bewegung der Erde iſt ſchon blos nach dieſen Betrachtungen die Folge der Verbindung einer ganzen Reihe von Kräften.

Die Neigung der Bahnen aller größeren Planeten gegen den Sonnenäquator iſt nur gering und ſchwankt von 2° 54′

Digitized by Google

(Merkur) bis zu 7° 30′ (Erde); die älteren oder oberen Planeten haben fast dieselbe Neigung von 6°. Auch diese Thatsache spricht für die Abschleuderung der Planeten aus der Gegend des Aequators vom Zentralkörper. Daß überhaupt Neigungen vorhanden, und daß diese verschieden sind, darf nicht befremden, weil die chaotische Urmasse in ihrem Entwickelungsprocesse und durch den Einfluß anderer Himmelskörper wohl eine nicht stets gleiche Dichtigkeit und Schwungkraft zu beiden Seiten ihres Aequators haben mochte.

Wenn die Neigung der Bahnen der Planetoiden mitunter sehr davon abweicht (bei Vesta z. B. ist sie 37° 8′), so deutet schon dieses auf einen eigenthümlichen Ursprung, welchen wir später angeben werden.

Es ist übrigens bemerkenswerth, daß schon Heraklit, welcher um das Jahr 500 v. Chr. lebte, eine dunkle Ahnung von der Entstehung der Weltkörpersysteme gehabt zu haben scheint, indem er den Ausspruch thut: Entstehen ist Trennung von dem Ursein (Zentralkörper), Vergehen ist Auflösung in das Ursein.

Die Monde.

Auch die nun als selbstständige Himmelskörper auftretenden abgeschleuderten Planeten, namentlich ihre Atmosphären, konnten sich nach und nach verdichten und so bei wachsender Drehungsgeschwindigkeit und Abplattung ebenfalls aus der Gegend ihres Aequators Massen abschleudern und somit die Monde als ihre Begleiter erzeugen. Dieser Prozeß ging bei den Planeten, da sie verhältnißmäßig klein waren und ihre Wärme an den kalten Weltraum leichter verloren, um so eher vonstatten, je entfernter von der Sonne sie waren und je schneller sie sich drehten. Bei einzelnen, namentlich den kleinsten, trat die Abkühlung aber so schnell ein, daß sie Massen nicht mehr abschleudern konnten.

Die Erde hat bei 1719 Meilen Durchmesser und 24 Stunden Drehungszeit nur 1 Mond, der Jupiter bei 20018 Meilen Durch-

Digitized by Google

messer und blos 9 Stunden 55½ Minuten Drehungszeit 4 Monde, der Saturn bei 16350 Meilen Durchmesser und 10 Stunden 20 Minuten Drehungszeit 7 Monde und Uranus hat 6 Monde. Sie sind bei allen auch nach und nach entstanden und ihre Bahnen um den zugehörigen Planeten weichen von dem Aequator des letzteren auch nicht sehr ab, so daß wir in der That auch hier auf eine Abschleuderung aus seiner Gegend zu schließen berechtigt sind. Die Bahnen der Jupitermonde z. B. haben eine Neigung, welche 2° 3′ und 3° 5′ als Gränze hat.

Weil die oberen Planeten bei der Entstehung eines jeden neuen, dem Zentralkörper näheren Planeten jedesmal eine größere Drehungsgeschwindigkeit bekamen, so ist es nicht mehr so wunderbar, daß sie eine größere Anzahl von Monden bekamen.

Die bei unserem Monde so auffällig hervortretende Thatsache, daß er uns stets dieselbe Seite zuwendet, erscheint mir sehr leicht erklärlich.

Wenn man bei einer Kugel von leichtem Holze oder von Pappdeckel an einer Stelle dicht unter der Oberfläche eine Bleiplatte einläßt, in einer Entfernung von 90 Graden von ihrem Schwerpunkte ein Häkchen mit einem Faden befestigt und nun die an dem Faden hängende Kugel in einem Kreise herumschwingt; so wird sie bei einer gewissen Drehungsgeschwindigkeit dem Mittelpunkte des Kreises stets dieselbe Seite zuwenden, inwieweit es die Drehung des Fadens irgend gestattet. Um dieses recht deutlich zu erkennen, kann man die Kugelhälfte mit dem Blei schwarz färben. Die Anwendung auf den Mond liegt nun nahe. Er wurde nämlich von der Erde erst dann abgeschleudert, als ihre äußere Kruste bereits einen gewissen Grad von Festigkeit angenommen hatte. Daraus ergiebt sich, daß der gewichtigere Theil der fortfliegenden Masse wegen seiner größeren Fliehkraft vorwärts an der Flugbahn lag und auch so liegen bleiben mußte, als der Mond den Gleichgewichtspunkt zwischen seiner ganzen Fliehkraft und der Zentralkraft erreichte. — Der größte Theil der Masse war immer noch in einem so hinreichend flüssigen Zustande, daß das Ganze sich kugelförmig gestalten konnte; aber der Schwer-

Digitized by Google

punkt der Kugel liegt nicht im Mittelpunkte, sondern jenseits desselben, d. h. der Schwerpunkt des Mondes ist weiter von der Erde entfernt, als der Mittelpunkt, und diese Lage wird auch durch die bei der monatlichen Bewegung des Mondes um die Erde sich entwickelnde Fliehkraft unveränderlich erhalten. Es ist als ob der Mond wie ein Pendelkörper durch die Gravitation an den Mittelpunkt der Erde aufgehängt wäre, indem sein Schwerpunkt bei der Bewegung um sie stets die möglich größte Entfernung festzuhalten sucht. Er dreht sich also nur alle Monate einmal um eine Axe.

Nach dieser Ansicht läßt sich auch eine oft aufgeworfene, aber stets ungenügend beantwortete Frage leicht beantworten, nämlich, ob der Mond eine Flüssigkeit enthält und für organisches Leben tauglich ist.

Auf der uns zugewendeten Seite entdeckt man allerdings keine Spur von beiden, aber der Mond hätte ganz gewiß nicht kugelförmig sich gestalten können, wenn er nicht in einem hinreichend flüssigen Zustande gewesen wäre. Alles Flüssige mußte sehr bald, um dem Schwerpunkte des ganzen Körpers möglichst nahe zu sein, auf die jenseitige Seite sich zurückziehen. Jene Seite des Mondes ist flacher und ihre Oberfläche dem Schwerpunkte näher, als diese. Wie auf der Erde alle tropfbaren Flüssigkeiten stets die tiefsten oder dem Schwerpunkte nächsten Stellen zu erreichen suchen, so muß es auch auf den anderen Himmelskörpern stattfinden. Auf der abgewendeten Seite hat also der Mond ein Zentralmeer wohl auch mit Inseln und Buchten. Wenn die Sonne auf dasselbe scheint, am meisten zur Zeit des Neumondes; so werden sich Dünste aus ihm erheben und eine Dunstatmosphäre darüber bilden, wovon man an den Rändern des Mondes, besonders bei seinen kleinen Schwankungen oder Nutationen, schon oft deutliche Spuren gesehen hat. Da der Mond von der Erde sich abgelöst hat und zwar wahrscheinlich von der westlichen Halbkugel, da zwischen Nord- und Südamerika eine auffallende Länderlücke und Meerestiefe ist; so wird er mit ihr auch einerlei Stoffe besitzen, gleichwie u. a. der Begleiter des Sirius mit diesem dieselben Stoffe hat; die Haupt-

Digitized by Google

flüssigkeit des Mondes wird also wohl auch Wasser sein. Bei den Monden anderer Planeten werden höchstwahrscheinlich ähnliche Verhältnisse stattfinden.

Dem Saturn müssen wir ganz besonders dankbar dafür sein, daß er an sich die Weltkörperbildung recht augenscheinlich verkörpert und für alle kommenden Geschlechter gewissermaaßen stereotypisch dargestellt uns zeigt: er hat nämlich eine welteuhistorische Thatsache bis heute uns so treu überliefert, daß jeder Ungläubige zu der Ueberzeugung von der Richtigkeit der obigen Ausführungen gelangt, abgesehen davon, daß sie auf Naturnothwendigkeiten beruhen.

Außer den sieben Monden umschweben nämlich den Aequator des Saturn zwei große von *W* nach *O* sich drehende Ringe, deren Are die des Saturn ist. Der nächste ist 5720 Meilen von der Oberfläche des Planeten entfernt und ist 3935 Meilen breit; dann folgt ein leerer Zwischenraum von 568 Meilen Breite und nun ein zweiter 1379 Meilen breiter Ring. Die Dicke eines jeden beträgt nur 113½ Meilen.

Weil die Bahnen des Saturn und der Erde nicht in derselben Ebene liegen, so wird uns der Ring dann linienförmig erscheinen, wenn wir uns selbst in seiner erweiterten Ebene befinden. Dieses geschieht immer in einer 14½jährigen Periode; in der Zwischenzeit befinden wir uns einmal über der Ebene und einmal unter ihr (Nordseite, Südseite) und sehen in beiden Fällen den Planeten gewissermaßen mit zwei Henkeln versehen, indem der Raum zwischen Ring und Planet dunkel, der Ring selbst aber und der Saturn hell erscheinen. Daß der Ring auf den Planeten einen Schatten wirft, ist selbstverständlich. Im Jahre 1862 zeigten die Ringe sich linienförmig, 1869 werden sie ihre Oberfläche am meisten darbieten und 1876 wieder linienförmig erscheinen.

Die Ringe haben sich offenbar zuletzt, als die Monde des Saturn schon entstanden waren, nacheinander von dem Planeten durch die Schwungkraft als bereits so zähe und zusammenhängende Massen abgelöst, daß sie kugelförmig sich nichtmehr gestalten konnten. Die vielen Monde des Planeten mögen vorher schon die vorzüglich an dem Aequator vorhanden gewesene Flüssigkeit größ-

Digitized by Google

tentheils mit sich fortgeführt haben. Der Saturn selbst zeigt an seinem Aequator noch zonenartige Gürtel als die Spuren der Ablösung der Ringe, welche bei der bereits erlangten Festigkeit der Masse nicht mehr verwischt werden konnten.

Auf diese Weise bestätigen auch die Saturnringe die oben angegebene Abschleuderungstheorie. Es ist nicht abzusehen, warum nicht von der Sonne oder vielmehr dem früheren Zentralkörper, wovon die jetzige Sonne der Rest ist, dasselbe gelten soll, was von den Planeten so deutlich erkannt wird. Wenn sich aus Ringen um den Zentralkörper die Planeten und aus solchen um einen Planeten seine Monde gebildet hätten durch Theilung; so müßten, wie schon erwähnt wurde, eine Menge von Planeten im ersten und von Monden im zweiten Falle in gleicher Entfernung von dem zugehörigen Zentralkörper jetzt noch sich vorfinden, da in jedem Theile eines bestimmten Ringes die Fliehkraft und die Zentralkraft einander das Gleichgewicht halten.

Die Periode der Mond- und Ringbildung scheint bei allen Planeten jetzt vorüber zu sein, theils weil ihre Erkaltung bereits zu weit vorgeschritten ist, theils weil die Axendrehungen zu langsam sind. Bei unserer Erde z. B. würde am Aequator die Fliehkraft erst dann der Zentralkraft gleich werden, wenn sie 17mal schneller als jetzt, oder schon in 1 Stunde und 24,5 Minuten um ihre Axe sich drehte. Auch jeder Planet verlor also an Rotationsgeschwindigkeit, nachdem ein Mond von ihm sich abgelöst hatte.

Die Monde der Planeten waren und sind unfähig, Nebenmonde zu bilden, weil sie eine selbstständige Axendrehung nicht besitzen, sondern nur erst nach einem ganzen Umlaufe um ihre Planeten sich einmal um eine Axe gedreht haben.

Die Kometen.

In dem zu unserer Sonne gehörigen Systeme von Planeten, Monden und Ringen erscheinen häufig unerwartet Gäste, welche theils in ihm sich häuslich niederlassen, theils nach meist kurzer Zeit wieder verschwinden, um nur in seltenen Fällen und nach sehr

Digitized by Google

langer Zeit wiederzukehren. Ich meine die früher so gefürchteten Kometen. Obwohl sie durch die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinung von jeher ein großes Interesse erregt haben, so ist es doch erst in der neuesten Zeit gelungen, ihnen in der Kosmogenie die richtige Bedeutung beizulegen und durch sie einen tieferen Blick in die Werkstätten der Natur zu thun. Wir wollen hier gleich ohne alle Umschweife auf den Kern der Sache eingehen, um die neuen Entdeckungen anschließen zu können.

Tritt aus dem unendlichen Weltraume ein planetarischer Nebel, wenn auch schon von kugelförmiger Gestalt, aber noch von ungeheurer Ausdehnung in das zu unserer Sonne gehörige Weltkörpersystem, so wird er durch die Sonne beleuchtet und uns als Komet sichtbar.

Die Masse der Kometen ist so unbedeutend, daß diese lockeren Körper nicht fähig sind, das durch sie gehende Licht der Fixsterne imgeringsten abzulenken. Daraus ergibt sich auch, daß sie weder als Ganzes aus einem Gase bestehen, noch in ihren Bestandtheilen mit Gasatmosphären versehen sind. Im Jahre 1834 befand sich die Erde sogar innerhalb des Schweifes eines Kometen, ohne daß wir irgend einen Einfluß wahrgenommen haben; auch der mehr als 20 Millionen Meilen lange Schweif des herrlichen Kometen von 1811 berührte uns, ohne daß wir belästigt worden sind. Aber auch ihre ganze Masse kann nur höchst unbedeutend sein, denn im Jahre 1770 ging ein Komet durch die Bahnen der kleinen Jupitermonde, ohne sie irgendwie zu verändern.

Dagegen werden die Kometen selbst und ihre Bahnen nicht blos durch die Sonne, sondern auch durch die Planeten oft völlig umgestaltet. Eine große Annäherung eines Kometen an einen Planeten kann sogar zu einer Theilung des ersteren führen, denn nicht die Stärke der Gesammtanziehung eines Körpers (Planeten) gegen einen anderen (Kometen) bewirkt an dem letzteren die Formveränderung, sondern die Größe des Durchmessers von dem angezogenen und die Entfernung beider Körper voneinander. Obwohl z. B. die Anziehung der Sonne gegen einen Punkt der Erde etwa 7000-mal größer ist, als die des Mondes, so sind doch die durch den

Digitized by Google

letzteren an der Erde bewirkten Fluthen viel größer, als die durch erstere. Also ein Planet, in dessen Nähe ein Komet kommt, wird diesen mehr in die Länge ziehen können oder auf entgegengesetzten Seiten Fluthwellen erzeugen (Kometen mit zwei Schweifen, wie bei dem vom Jahre 1823), als selbst die mächtige Sonne; er wird sogar bei noch größerer Annäherung imstande sein, ein Stück von ihm loszureißen und diesem eine andere Bahn mit einer kleineren Umlaufszeit anzuweisen.

Die Form der neuen Bahn hängt ab von der Geschwindigkeit des ankommenden Kometen, von seiner Bewegungsrichtung gegen die Sonne und gegen die Planeten und von der Entfernung von diesen Körpern.

Auf diese Weise kann der aus einem Theile einer kosmischen Wolke bei ihrer Annäherung aus dem unendlichen Weltraume gebildete Komet sogar gezwungen werden, bei der Sonne zu bleiben und fortan wiederholt um sie in einer engeren Bahn sich zu bewegen, während der Haupttheil der Wolke seine ursprüngliche langgestreckte Bahn im Ganzen beibehalten wird. In den Zeiten aber, als die Planeten noch mit dichteren und weit ausgedehnten Atmosphären versehen und in dem Planetensysteme noch nicht so große leere Zwischenräume vorhanden waren, wurden die ankommenden Kometen nicht blos theilweise, sondern vollständig zurückgehalten, so daß eine häufig wiederholte Vermischung verschiedenartiger Stoffe und somit eine rege Thätigkeit innerhalb des Raumes des ganzen Planetensystems stattfand.

Die durch Störung eines Planeten veränderte Umlaufszeit eines Kometen ist übrigens ein Bruchtheil von der Umlaufszeit des störenden Planeten. — Hat aber die Bahn eines Himmelskörpers irgendwo eine Störung erfahren, so kehrt der Körper bei seinem Umlaufe um die Sonne stets an die Stelle, wo er gestört worden ist, wieder zurück und wird dort auf's neue gestört. Ist es ein Komet, so kann er ganz zerstört oder aufgelöst werden.

Für alle diese aus Naturgesetzen folgenden Angaben finden sich merkwürdiger Weise im Weltraume die bestätigenden Thatsachen.

Digitized by Google

Bis jetzt haben wir von den mehr als 200 Kometen mit geschlossenen Bahnen mit Sicherheit zehn, welche recht eigentlich zu unserer Sonne und in ihr Planetensystem gehören. Man theilt sie nach der Weite ihrer Bahnen in drei Gruppen: in die innere, mittlere und äußere. Die Bahnen der sechs inneren reichen bis zu den Planetoiden (Asteroiden) zwischen Mars und Jupiter, sind fast so geneigt, wie die der Planeten und werden in 3 bis fast 7 Jahren rechtläufig, d. h. von Westen nach Osten, von ihnen durchgangen.

Von den inneren Kometen entstand im Jahre 1818 der Enke'sche aus einer kosmischen Wolke durch Anziehung des Merkur in der Gegend des Punktes, in welchem die gegeneinander geneigten Bahnen beider Himmelskörper einander schneiden. Nach etwa 88 Tagen tritt der Komet immer wieder in den Durchschnittspunkt beider Bahnen; aber dieser Punkt geht immer mehr und mehr nach Westen zurück, indem der Komet seine Umlaufszeit verkürzt und der Sonne näher kommt. Er wird dabei durch den Einfluß des Merkur immer mehr und mehr zerstreut, zeigt sich also jedesmal matter und verwandelt sich nach und nach, immer mehr Stofftheile hinter sich lassend, in einen um die Sonne sich bewegenden Meteorring, dessen Bestandtheile uns in dieser Periode nicht mehr sichtbar sind.

Die Verwandlung eines Kometen in einen vollständigen Ring geschieht um so schneller, je mehr der Komet anfangs in die Länge gezogen worden ist, indem der vorderste, der Sonne am nächsten liegende Theil eine kürzere Umlaufszeit hat, als der entferntere Theil, jener also immer mehr und mehr voraneilt und endlich den hintersten Theil einholt.

Der Biela'sche, im Jahre 1826 aufgefundene rückläufige Komet ging stets in 2414 Tagen (etwa 6½ Jahren) durch die Erdbahn. Schon am 29. Dezember 1845 entdeckte Maury in ihm zwei Kerne; im Januar 1846 theilte er sich durch den Einfluß der Erde vollständig in zwei Kometen, von denen jeder in seiner Bahn fortging; 1852 waren die Theile bereits acht mal weiter voneinander entfernt, als 1846; bei ihrer Wiederkehr im

Digitized by Google

Jahre 1859 konnten sie wegen der Sonne nicht beobachtet werden und 1866, also 20 Jahre nach der Entstehung, waren sie bereits verschwunden. Der Komet wäre ohne diese Zerstörung am 26. Dezember 1933 genau wieder an derselben Stelle der Erdbahn und in der Nähe der Erde erschienen.

Im August des Jahres 1860 hatte ich in Amerika das Glück, die Theilung eines großen, herrlich hellgrünen, von West nach Ost über die ganze Union ziemlich langsam hinziehenden und dabei sich herabsenkenden Meteors unmittelbar zu sehen. Die beiden kugelförmigen Theile verfolgten mit wachsender Entfernung dieselbe Bahn, waren über Hoboken schon sehr niedrig und sind wahrscheinlich in oder über dem Atlantischen Ozeane verschwunden, da man sie in Europa nicht gesehen zu haben scheint.

Der 1844 von Vico entdeckte Komet geht durch die Marsbahn und verkürzt auch seine Umlaufszeit von 66 Jahren auffallend. Er war nach der Berechnung schon 1817 dem Mars sehr nahe und wird am 18. October 1871 ihm wieder sehr nahe sein, so daß er an diesem Tage vielleicht seinen völligen Untergang finden wird. Seine Bahn reicht bis an die des Jupiter, dem er bereits Ende Mai 1814 sehr nahe war und 1880 kommen würde, wenn er bis dahin noch nicht zerstört wäre. Er schwebt also in einer doppelten Gefahr.

Im Jahre 1770 erschien ein neuer Komet in der Nähe des Jupiter. Dieser gewaltige Planet mit seinem gegen 20000 Meilen großen Durchmesser wies bereits 1765 einem Theile des aus dem fernen Weltraume angekommenen Kometen sofort eine neue Bahn an und zwang ihn in 5½ Jahren um die Sonne sich zu bewegen; nach 11 Jahren wurde dieser Theil von dem Jupiter wieder ergriffen und ist seitdem verschwunden.

Durch den Jupiter sind nachweislich mehre Kometen entstanden, wie die von Brorsen und Faye, deren Bahnen die des Jupiter auch schneiden.

Der erste 1866 von Tempel entdeckte Komet wurde vom Uranus gezwungen sich in 16½ Jahren um die Sonne zu bewegen und trifft dabei die Erdbahn.

Digitized by Google

Die Kometen von Halley und Olbers haben eine Umlaufszeit von etwa 75 Jahren und so könnten wir noch andere, z. B. 1846 und 1847 entdeckte Kometen anführen, welche jetzt zu unserem Planetensysteme gehören und dieser Ehre endlich den Untergang werden zu verdanken haben. Der Arrest'sche und andere Kometen sind augenblicklich noch nicht so genau berechnet, daß wir angeben könnten, welche Planetenbahnen sie durchschneiden.

Die Existenz der Kometen ist aber nicht blos deshalb eine unsichere, weil sie getheilt und aufgelöst werden, sondern auch, weil sich zwei oder selbst mehre wegen der Lage ihrer Bahnen zu einem verbinden können. Die Kometen von Enke und Biela, welche durch die Bahnen der Erde und des Mars gehen, bieten diese Möglichkeit dar. In diesem Falle mischen sich die in ihnen enthaltenen verschiedenartigen Stoffe.

Kometen und Sternschnuppen.

Weil die Kometen aus sehr lockeren Bestandtheilen zusammengesetzt sind, so könnte es scheinen, als ob sie nach ihrer Auflösung in Ringe oder nach ihrer völligen Zerstreuung für unsere Wahrnehmung vollständig verschwunden seien. In der That sind die zerstreuten Bestandtheile so lange unsichtbar, wie lange sie außerhalb der Erdatmosphäre sich bewegen. Die neuesten Forschungen aber haben es außer Zweifel gesetzt, daß sie es sind, welche, wenn sie in dieselbe treten, uns noch als die flüchtigen Lichter der Sternschnuppen oder Meteorsterne erscheinen.

Diese Meteore sind bekanntlich plötzlich am Himmel erscheinende, nach allen Richtungen und Weltgegenden schnell eine Strecke dahinfahrende und wieder verschwindende Lichter, welche überall auf der Erde in einer mittleren Höhe von etwa 15 Meilen erscheinen und nicht selten hinter sich einen Schweif zeigen. Dieser Schweif ist entweder eine optische Täuschung zufolge der schnellen Bewegung des Meteors und der Erde oder das Resultat von abgelösten, wirklich eine kurze Zeit glühend bleibenden Theilchen der Schnuppe.

Digitized by Google

Die Sternschnuppen erscheinen theils sporadisch oder vereinzelt zu allen Zeiten des Jahres, theils periodisch und zwar zweimal im Jahre, nämlich vom 9. bis 11. August alljährlich und vom 11. bis 14. November immer nach einer Pause von 30 Jahren in einer dreijährigen Periode und zwar in dem mittelsten der drei Jahre in der größten Anzahl, so daß die ganze Hauptperiode 33 Jahre umfaßt. Dabei kommt die Hauptschaar immer aus derselben Gegend des Himmels.

Das alljährliche Augustphänomen ist schon mehr als 1000 Jahre beobachtet worden, denn bereits aus dem Jahre 830 sind Anzeigen davon vorhanden, aber erst im Jahre 1862 fand man den Kometen (Nr. 3) auf, welcher als Rest eines früher weit größer gewesenen Kometen in 120 Jahren in der Bahn des zu einem vollständigen elliptischen Ringe aufgelösten anderen Theiles um die Sonne sich bewegt. Sein Sonnennähepunkt ist 19200000, sein Sonnenfernepunkt 940 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, die Länge des Ringes beträgt 2340 Millionen Meilen und die Dicke 864000 Meilen, weil die Erde, welche in jeder Sekunde durch 4 Meilen dahinfliegt, am 10. August über 6 Stunden braucht, um den Ring zu durchlaufen. Jedes Sternschnuppenkörperchen hat dabei in der Sonnennähe eine Geschwindigkeit von 30 Meilen in 1 Sekunde. Die Bahn des Schwarmes ist unter einem Winkel von etwa 66 Graden gegen die Erdbahn geneigt. 1862 kam der Komet gegen 14 Tage früher als die Erde an dem Punkte an, wo die Bahnen des Ringes und der Erde einander schneiden, so daß er noch 52 Millionen Meilen von uns entfernt war.

Das Novemberphänomen tritt nur 3 Jahre hintereinander mit einem besonderen Glanze auf und zwar in dem mittelsten am prachtvollsten. Es kann also nicht von einem vollständigen Ringe herrühren, sondern nur von einem Ringtheile, welcher in seiner Mitte am dichtesten bevölkert ist. Die Erde durchschneidet 3 Jahre hintereinander diesen Theil und ist dann 30 Jahre außerhalb desselben. Im Jahre 1866 ging die Erde um 2 Uhr in der Nacht vom 13. zum 14. November durch die Mitte des Schwarmes;

Digitized by Google

voriges Jahr (1867) natürlich 6 Stunden später, also am 14. November um 8 Uhr morgens. Da der Schwarm das ganze Jahr über durch dieselbe Stelle des Raumes mit einer Geschwindigkeit von etwa 11 Meilen in 1 Sekunde gegangen ist, so beträgt dieser Theil des Ringes schon über 347 Millionen Meilen.

Es ist jetzt ermittelt, daß die Bahn des Novemberschwarmes mit der des von Tempel 1866 entdeckten kleinen Kometen Nr. 1 zusammenfällt und die Erdbahn im 51sten Grade der Ekliptik, wo die Erde am 13. November sich befindet, fast rückläufig unter einem Winkel von 15 Graden mit einer Geschwindigkeit von mindestens 7 Meilen durchschneidet. Die größte Geschwindigkeit in der Sonnennähe beträgt wohl 11 Meilen.

Rechnet man zurück, so findet sich, daß bereits im Jahre 126, also vor 1741 Jahren, eine kosmische Wolke in die Nähe des Uranus gelangte, dort zu einem Kometen mit einer Umlaufszeit von 33 Jahren 2 Monaten wurde, welcher nach 52 Umläufen, deren größter Durchmesser 400 Millionen, kleinster 180 Millionen Meilen beträgt, jetzt bereits einen ziemlich langen Schwarm hinter sich gebildet hat.

Weil von der im November 1833 eingetretenen Hauptepoche Beobachtungen von Sternschnuppen an diesem Termine bis zum Jahre 1846 reichen, so nimmt der Schwarm schon fast $\frac{1}{4}$ der Bahn in einer Länge von etwa 380 Millionen Meilen ein, so daß die Ringbildung in 3482 Jahren vollendet sein und dann die Novembererscheinung auch wie die des August alljährlich eintreten würde.

Auf diesen Kometen wirken Uranus und Erde zerstörend, jener zwar nur alle 84 Jahre, aber mehr als diese; denn Uranus hat 18mal mehr Masse und nur etwa 1 Meile Geschwindigkeit in 1 Sekunde, wenn der Komet ihm nahe ist, während die kleine Erde mit 4 Meilen Geschwindigkeit dahinfliegt; dazu kommt noch, daß der Ringtheil dort eine Geschwindigkeit von nur 2500 Fuß, hier aber mindestens von 7 Meilen in 1 Sekunde hat. Im Jahre 1866 war der Komet bereits am 30. Oktober mittags 12 Uhr durch die Erdbahn gegangen, während die Erde noch über 1 Million Meilen

Digitized by Google

von diesem Punkte entfernt war, die Störung durch sie also nicht bedeutend sein konnte; der gewaltige Jupiter kam ihm damals aber nur bis auf 20 Millionen Meilen nahe.

Der Novemberstrom wird sich demnach zwar schneller zu einem vollständigen Ringe ausbilden als der Auguststrom, dafür aber auch schneller zerstört werden. Es ist übrigens im höchsten Grade wahrscheinlich, daß der bereits zerstörte Biela'sche Komet einen sehr wesentlichen Beitrag zu der Pracht der letzten Novembererscheinung geliefert hat, denn seine Bahn traf die des Novemberschwarmes unweit der Erdbahn. Der Komet ist am 29. Dezember 1845 durch das Ende des Schwarmes gegangen und hat sich darauf getheilt gezeigt; 1859 geschah wieder ein Zusammentreffen und dieses kann selbst noch 1866 erfolgt sein.

So nun ist durch unzweifelhafte Thatsachen ermittelt, daß die bisher so räthselhaft gebliebenen Sternschnuppen die Bestandtheile aufgelöster Kometen sind.

Es wird wahrscheinlich auch noch gelingen, von den sporadischen Sternschnuppen nachzuweisen, daß sie zu bestimmten Kometen gehört haben. So hat u. a. der Donatische Komet von 1858 auch Stofftheile im Weltraume abgelagert.

Wenn auch bis jetzt nur gegen 250 Kometen genauer beobachtet und zum Theil berechnet worden sind, so geht doch die Zahl derer, welche durch unser Planetensystem gegangen sind, in die Hunderttausende. Es ist also klar, daß ihre lockeren Bestandtheile sehr häufig sowohl durch den Einfluß der massigen Planeten und der Sonne, als auch durch ihre Einwirkung aufeinander getrennt worden sind, so daß unser System mit sehr ungleich vertheilter zarter Kometenmasse reichlich erfüllt ist, und die Erde auf ihrer Bahn zu allen Zeiten des Jahres vereinzelte Körperchen treffen muß.

Da die Sonne mit ihrem ganzen Hofstaate von Planeten und Monden im Weltraume fortwandert, so kann es nicht fehlen, daß die unfreiwilligen und harmlosen zarten Gäste unseres Systems auf diesem Wege gegen die massigen Körper theilweise zurückbleiben, weil sie den Widerstand des Weltäthers nicht so leicht überwinden

Digitized by Google

können. Wenn nun dieser Schweif von Meteorkörperchen, so weit von dem Planetensysteme sich entfernt hat, daß des letzteren Anziehungskraft verschwindend klein geworden ist; so werden sie sich selbst mehr und mehr zusammenschaaren und endlich wieder einen planetarischen Nebel und dann eine kosmische Wolke bilden, welche die Grundlage zu einem selbstständigen Weltkörpersysteme abgeben wird, wenn sie hinreichend viel Masse besitzt, und frei von äußeren Einflüssen sich entwickeln kann; wenn aber nicht, so wird sie bei ihrer Annäherung zu einem Sonnensysteme als Komet und in der Auflösung desselben als Sternschnuppenschwarm erscheinen.

So sehen wir, wie nicht blos auf unserer Erde von den Atomen aus Zerstörung und Wiedervereinigung in einem ewigen Wechsel ein reges Leben erzeugen, sondern wie dieses Leben auch in dem unendlichen Weltraume zu finden ist.

Nachdem wir die Entstehung der Sternschnuppen erkannt haben, wollen wir noch untersuchen, ob sich etwas Zuverlässiges oder wenigstens ganz Wahrscheinliches über deren Zahl und Wesen auffinden läßt.

Aus sehr sorgfältigen Zusammenstellungen der Anzahl der in einer bestimmten Nacht von Stunde zu Stunde wahrgenommenen Sternschnuppen ergibt sich, daß die Menge derselben von den Abend- nach den Morgenstunden hin wächst. Die Erde stößt nämlich auf ihrer fortschreitenden Bahn um die Sonne mit dem vordersten Punkte, welchem die Sonne bei der täglichen Arendrehung soeben aufgeht, zuerst in den vor ihr liegenden Meteorschwarm und dem hintersten, als dem Punkte des Sonnenunterganges, ist der vorwärts liegende Haufen derselben durch die Erde größtentheils verdeckt. Der letztere Punkt aber rückt bei der Arendrehung der Erde von Westen nach Osten mehr und mehr in den vorn liegenden Schwarm, so daß die Anzahl der wahrnehmbaren Sternschnuppen vom Abende nach dem Morgen hin von Stunde zu Stunde wachsen muß.

Interessant ist noch die Beantwortung der Frage nach der Menge der in der Nacht vom 13. zum 14. November 1866 von der Erde aus überhaupt sichtbar gewesenen Sternschnuppen. Schon

Digitized by Google

1833 war der Schwarm so dicht, daß Olmsted und Palmer die während einer Nacht in Amerika gesehenen Sternschnuppen auf mindestens 24000 angeben.

Wenn wir für unsere Erscheinung die Atmosphäre der Erde nur 20 Meilen hoch annehmen, obwohl man in noch größerer Höhe Sternschnuppen beobachtet hat; so übersehen wir mit einem Blicke ohne das Auge zu wenden ein kegelförmiges Sternschnuppengebiet, dessen Basis 300 Quadratmeilen umfaßt. Darin wurden in einer Minute durchschnittlich 60 Meteore gesehen. In 1 Minute fliegt die Erde gegen 250 Meilen im Raume fort und der Schwarm kommt ihr bei einer Geschwindigkeit von 7 Meilen in 1 Sekunde eine Strecke von 420 Meilen entgegen, was eine absolute Geschwindigkeit von 670 Meilen für einen festen Beobachtungspunkt gibt. Da nun die Erde gegen 10 Stunden braucht, um durch den Schwarm zu gehen und die Bahnstrecke, welche Erde und Schwarm in dieser Zeit zurücklegen, gegen 430000 Meilen beträgt, wobei die Erde sich mit etwa 4½ Millionen Quadratmeilen Vorderfläche den Meteoren aussetzt; so sind ihr während der 10 Stunden über 300 Millionen Sternschnuppen begegnet.

Ungeachtet dieser enormen Anzahl beträgt die mittlere Entfernung eines Meteors von dem benachbarten bei einer gleichmäßig angenommenen Vertheilung doch mindestens 15 Meilen, beim Augustschwarme sogar 40 Meilen.

Sternschnuppen und Meteorsteine.

Von großem Interesse ist nun noch die Erforschung des eigentlichen Wesens dieser räthselhaften Meteore und namentlich die Frage nach ihrer neuerdings behaupteten Zusammengehörigkeit mit den Meteorsteinen.

So viel steht fest, daß die Sternschnuppen erst dann sichtbar werden, wenn sie bei ihrer schnellen Bewegung durch Reibung in der Erdatmosphäre glühend geworden sind; vorher haben wir, selbst

Digitized by Google

wenn sie im Schatten der Erde sich befinden, keine Ahnung von ihrem Vorhandensein. Auch nach ihrem Verlöschen haben wir auf die Erde herabfallende Ueberreste mit Sicherheit noch nicht auffinden können. Dessen ungeachtet aber hat man in der neuesten Zeit wieder die Behauptung aufgestellt, daß die in sehr verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche aufgefundenen Meteorsteine die Reste von Sternschnuppen sind. Wir wollen dieses näher untersuchen.

Zunächst sind die Bestrebungen, das Gewicht der die Sternschnuppen bildenden Körper zu bestimmen, nicht ohne Einfluß auf die Entscheidung der Frage. Gravitationserscheinungen allein lassen hierbei ein genügendes Resultat nicht finden, denn selbst ein Meteorring mit Millionen von Körperchen oder der Komet selbst, aus welchem er entstanden ist, hat nicht die Fähigkeit gezeigt, die kleinen Jupitermonde irgendwie aus ihren Bahnen zu bringen. Man nahm, um zu einem einigermaßen sicheren Resultate zu gelangen, zu einem anderen recht geistvollen Mittel seine Zuflucht.

Aus der Lichtstärke und der Farbe eines glühenden Körpers kann man auf seinen Wärmegrad, also auf die Schwingungskraft seiner Theilchen schließen. Weiß man aus der Höhe, in welcher ein Meteor erscheint, die Dichtigkeit der Luft in der betreffenden Region, so kann man mit Rücksicht auf die Geschwindigkeit des Meteors die Kraft des Widerstandes beurtheilen und einen Schluß auf seine Masse oder sein Gewicht machen. Dieses hat man in der That sehr geringe gefunden und zwar im Novemberstrome ungeachtet des stärkeren Lichtes geringer, als im Auguststrome, weil jener schneller geht, als dieser; nämlich durchschnittlich nur $\frac{1}{4}$ Gramm für jedes Körperchen, so daß deren 40 auf ein Loth gehen.

Schon nach diesem Resultate ist es mir wahrscheinlich, daß die Sternschnuppenkörperchen in der Atmosphäre vollständig verbrennen und verdunsten, ohne uns mit Steinen zu bewerfen. Für diese Ansicht sprechen aber auch noch andere Thatsachen.

Man sieht nämlich häufig, daß Sternschnuppen den Gravitationsgesetzen entgegen aufwärts fahren. Dieses wird davon herrühren, daß ein großer Theil des zarten, anfänglich unsichtbar

Digitized by Google

dahinfahrenden Stoffes, sich als Schweif auflöst, daß der Vordertheil wegen des wachsenden Widerstandes in der Atmosphäre sich zuerst entzündet und daß endlich der vorher nicht sichtbar gewesene Schweif rückwärts abbrennt. — In anderen Fällen läßt die Sternschnuppe wirklich einen oft längere Zeit stehen bleibenden glühenden Schweif hinter sich. — In den ersten Fällen sind die Bestandtheile des Meteors mehr gasiger Natur, in den letzteren Fällen bereits zwar festere, aber noch sehr zarte Stofftheile, denn sie fallen selbst in der leichten Luft nicht mehr.

In seltenen Fällen bildet sich am Ende der Laufbahn des Meteors ein leuchtender, noch mehrere Minuten sichtbarer Ring, welcher bei einer am 13. November 1866 hier in Berlin in einer Höhe von 11½ Meile beobachteten Sternschnuppe nach seiner Entstehung am Ende der Laufbahn des Meteors dann gegen 3 Meilen rückwärts lief. Es scheint mir nicht statthaft, diese höchst auffallende Erscheinung dadurch zu erklären, daß man annimmt, das jedenfalls zarte Meteor habe vor sich die Luft so bedeutend verdichtet, um dadurch einen so starken und weiten Rückschlag nach der weniger dichten Rückseite erleiden zu können. Es scheint mir vielmehr angemessen, dem Meteore eine doppelte Bewegung, eine vorwärtsgehende und eine drehende, zukommen zu lassen. Ist die letztere, welche erst in der letzten Periode beim Verbrennen durch Reaktion entstanden sein kann, noch geblieben, während die erstere durch den Widerstand der wenn auch dünnen Luft aufgehoben worden ist; so muß, wie bei dem australischen Boomarang eine rückgängige Bewegung eintreten. — Auch ein solcher Ring verschwindet bald spurlos in der Atmosphäre, und kann daher nur sehr lockere Bestandtheile besitzen.

Da alle Sternschnuppen übrigens in gleichmäßiger Weise auftreten, so ist kein Grund, den einen eine sehr zarte, den anderen oder gar allen sehr massige Stoffe beizulegen. Ich selbst habe übrigens wiederholt am Tage auf Jagden in der Stille der freien Natur ein sanftes eine Strecke in der Luft dahinfahrendes Zischen, wie das von einer entfernt abgebrannten Rakete, sehr deutlich gehört, ohne etwas gesehen zu haben, und konnte auf nichts anderes

Digitized by Google

als auf eine Sternschnuppe schließen. Wenn man anderweitig dergleichen Beobachtungen nicht angeführt findet, so liegt dies wohl daran, daß die viel im Freien lebenden Menschen meist leider zu wenig Interesse und Sinn für die Natur oder zu wenig Gelegenheit haben, ihre Beobachtungen bekannt zu machen.

Enthielten die Sternschnuppen wirklich das Material zu den Meteorsteinen, so hätte die Erde, namentlich während des letzten Novemberphänomens, bisher mit einem wahren Regen von Meteorsteinen müssen beschüttet werden, wovon sich keine Spur zeigte, und eben so wenig sind wir 1834, als wir uns in dem Schweife eines Kometen befanden, mit Steinen beworfen worden. Wenigstens hätte in dem letzteren Falle eine große Anzahl kleinerer Meteore der bedeutenden Anziehungskraft der Erde folgen und überall auf sie herabstürzen müssen. Durchschnittlich aber fallen auf die Erde jährlich nur vier Meteorsteine. Man findet wohl, aber nur vereinzelt, auf manchen Strecken eine größere Anzahl von Meteorsteinen, z. B. bei Aigle über 2000 im Gewichte von 2 Quentchen bis zu 175 Pfunden auf einer Fläche von 2,5 franz. Meilen Länge und 1 Meile Breite. Jeder einzelne Stein erweiset sich aber als ein Bruchstück eines Ganzen, welches erst in der Atmosphäre beim Dahinfliegen borst und seine Theile auf die Erde in einer länglichen Bahn ausstreute, gleichwie der Säemann laufend die Samenkörner fallen läßt. Nur an den Kanten der Stücke zeigen sich Spuren einer vorübergehenden Schmelzung bei dem Glühen in der Atmosphäre.

Dazu kommt noch, daß überhaupt die große Mehrzahl von Meteorsteinen viel gewichtiger ist, bis zu 100000 Pfunden (in Brasilien z. B. liegt ein Block von 17300 Pfunden), als es die Sternschnuppenkörperchen sind und daß die Meteorsteinfälle in der Regel durch das mit einer heftigen Detonation verbundene Zerspringen einer röthlich glühenden Feuerkugel sich ankündigen, während das Licht der Sternschnuppen fast durchgängig weiß ist. — Den Knall hat man bei Feuerkugeln oft aus größerer Höhe (bis zu 30 Meilen) gehört, als uns die oft nur in einer Höhe von 5 Meilen still dahinglänzenden Sternschnuppen erscheinen, von denen wir, wenn

Digitized by Google

auch nicht alle während des Verschwindens zersprängen, ein wahres Pelotonfeuer hören müßten.

Es ist ferner zu beachten wichtig, daß die Bestandtheile aller Meteorsteine nicht nur auf einen gemeinschaftlichen Ursprung, sondern auf eine ganz andere Entstehungsweise hinweisen. Die Stoffe der Meteorsteine sind: Eisen, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsen, Zink, Kali; Natron, Phosphor, Schwefel und im Innern auch noch krystallinisch und zerstreut Olivin und Chrysolith.

Weil die Krystalle sich nur aus und in einer Flüssigkeit bilden konnten, so mußten die verschiedenen Bestandtheile schon vor der Schmelzung des Eisens, welches den Hauptbestandtheil bildet, untereinander gemengt gewesen sein und sich erst nach der Mischung der Stoffe und beim Erkalten derselben krystallinisch geformt haben. Die Meteorsteine werden aber erst in der Atmosphäre wieder blos glühend und schmelzen darin augenscheinlich höchstens nur an ihren Kanten und äußeren Flächen. Die Meteorsteinmassen waren also schon, ehe sie in die Atmosphäre kamen, in einem glühend flüssigen Zustande, bei ihrer Ankunft in derselben aber bereits kalt.

Enthielten die Sternschnuppen wirklich die auf die Erde fallenden Meteorsteine, so müßte man ferner in den beiden Hauptperioden ihres Erscheinens bei der Beobachtung der Sonne eine große Anzahl schwarzer Punkte vor ihr erkennen, da die Steine oft nicht klein und uns als Sternschnuppen oder kurz vor dem Aufleuchten, was wir freilich bei Sonnenschein nicht sehen, nicht weit entfernt sind. Solche schwarze Punkte aber hat man vor der Sonnenscheibe außer beim Vorübergange von Planeten nur sehr selten beobachtet und diese konnten dann von Meteorsteinen herrühren.

Wollte man endlich annehmen, daß die Meteorsteine ihren Ursprung aus den Sternschnuppen nehmen, so müßte man noch zu Gunsten dieser Ansicht die Frage beantworten können, wie kommt es, daß das Licht der Sternschnuppen ohne wahrnehmbare Detonation schon verlischt, ehe das Meteor die Erdoberfläche erreicht, obwohl die Reibung beim weiteren Fallen nicht kleiner wird? Oder die Frage: ist es wahrscheinlich, daß die Gluth eines massigen

Digitized by Google

Körpers (des angeblichen Meteorsteins in der Sternschnuppe) so plötzlich aufhört, als das Leuchten der Sternschnuppe? Wenn Feuerkugeln aufhören zu leuchten, so geschieht es beim Zerspringen, weil das Innere des Meteors weniger glüht und weil kleine Bruchstücke, selbst wenn sie noch einige Zeit glühend bleiben, sich der Wahrnehmung entziehen. Zerspringt eine Feuerkugel nicht, so bleibt sie so glühend, daß sie leicht brennbare Gegenstände auf der Erdoberfläche anzuzünden fähig ist, wie man aus Erfahrung weiß.

Es gibt freilich aber auch Körper im Weltraume, welche eine Art Mittelstufe zwischen Feuerkugeln und Sternschnuppen einzunehmen scheinen. Ich habe in einer Dezembernacht einmal eine Feuerkugel von etwa 6 Zoll scheinbarem Durchmesser beobachtet, welche auf dem letzten Theile ihrer Bahn in einem feuerroth glühenden Schweif von mindestens 6 Grad Länge sich auflöste, der noch gegen 3 Minuten am Himmel unbeweglich stehen blieb, nachdem die Kugel ohne einen hörbaren Knall verschwunden war.

Aus allen diesen Gründen ist es mir unmöglich, den Meteorsteinen die Quelle in den Sternschnuppen anzuweisen.

Die Meteorsteine und Asteroiden.

Eine lange Zeit hat man zwischen Mars und Jupiter nur die vier Asteroiden (Ceres, Vesta, Juno und Pallas) gekannt; gegenwärtig aber ist die Anzahl der kleinen Planeten schon auf 96 angewachsen und es ist kein Grund vorhanden, die Entdeckungen als abgeschlossen anzusehen. Abgesehen davon, daß die Bahnen aller zwischen denselben zwei Planeten Mars und Jupiter liegen, weisen sie auch dadurch auf einen gemeinschaftlichen Ursprung hin, daß eine Anzahl von den bis jetzt berechneten bei ihrem Laufe um die Sonne zu verschiedenen Zeiten so ziemlich an denselben bestimmten Ort des Weltraumes kommen. Wir wissen aber bereits, daß ein Himmelskörper, wenn er an einer gewissen Stelle des Raumes gestört worden ist, immer wieder auf diese Stelle zurückkehrt. Daher stellte schon Olbers, als blos die vier ersten entdeckt waren, die Ansicht auf, daß die Planetoiden durch die Zer-

Digitized by Google

sprengung eines größeren Planeten entstanden seien. Wenn schon diese Hypothese dadurch, daß die Neigung der Bahnen der kleinen Planeten gegen den Sonnenäquator sehr verschieden und zum Theil sehr groß ist (bei Ceres 4° 28′, Pallas 16° 28′, Juno 3° 43′, Vesta 37° 8′) sehr wahrscheinlich wird; so hat sie durch die Entdeckung so vieler neuen Bruchstücke an Gewicht ungemein gewonnen.

Die Katastrophe der Zersprengung eines gewaltigen Himmelskörpers hat etwas so enorm Großartiges, daß die kühnste Phantasie sich kaum eine annähernde Vorstellung zu schaffen vermag. Es wird aber immerhin gestattet sein, sich auf unserer Erde nach Analogien umzusehen.

In der That finden wir, daß selbst in den Atomen und Molekeln der irdischen Körper Kräfte schlummern, welche bei ihrer Vereinigung eine bedeutende Gesammtkraft erzeugen können. Als sich z. B. das in einer Bombe von 2¾ Zoll Eisenstärke befindliche Wasser bei —23° R. in Eis verwandelte, wurde der in sie getriebene gewesene Eisenpfropfen von 2¼ Pfund Gewicht bis auf 415 Fuß weit fortgeschleudert, während ein 150 Pfd. schweres Stück zwar nur 10 Schritte weit flog, aber auf eine noch größere Kraft hinweist, als der bloße Pfropfen. — Durch die unscheinbare Haarröhrchenanziehung kann man Felsen sprengen. — Ein äußerlich schnell abgekühlter glühender Glastropfen zerspringt mit ziemlicher Gewalt in eine sehr große Menge von meist sehr kleinen Bruchstücken, wenn auch nur die Spitze des daran befindlichen Glasfadens abgebrochen wird; denn es ist hier durch das plötzliche Abkühlen eine unnatürliche Spannung zwischen den äußeren und inneren Glastheilchen eingetreten. Das letzte Beispiel steht mit unserem Falle in näherer Beziehung.

Es erscheint in der That, wenn wir nicht mit dem kleinen irdischen Maßstabe messen, um nichts wunderbarer, daß ein ganzer Planet mit völlig verhärteter Kruste durch die in seinem Inneren wirkenden Kräfte in eine Menge kleinerer Stücke zersprengt worden ist. Wenn jetzt noch viele von den Meteoren in unserer Atmosphäre zerspringen und einen Steinregen geben, warum kann

Digitized by Google

denn nicht der große Planet zwischen Mars und Jupiter in eine Menge von Bruchstücken verschiedener Größe zersprungen sein? Die Kräfte in der ganzen Natur sind dieselben.

Die größten, jetzt noch als kleine Planeten kaum sichtbaren Theile behielten ihre Bahnen um die Sonne so ziemlich bei, wenn auch mit verschiedenen Neigungen, weil sie nicht weit, wenn auch nach verschiedenen Richtungen fortflogen; je kleiner sie aber waren, desto weiter in den Weltraum mußten sie durch die Detonationskraft geschleudert werden, und diese behalten eine ziemlich grade Bahn nach dem Beharrungsvermögen so lange bei, bis sie einem größeren Himmelskörper sich nähern, der sie zwingt, in spiralförmig sich verengenden Bahnen sich um ihn zu bewegen, wobei sie endlich in die Atmosphäre desselben kommen, dort durch die Reibung glühend werden, meistens zerspringen und endlich einen Meteorsteinfall geben.

Wenn wir den Meteorsteinen diesen Ursprung geben, so können wir durch sie einen Rückschluß auf den zersprungenen Planeten machen. Der Hauptbestandtheil aller Meteorsteine ist Eisen. Dieses ist ein guter Wärmeleiter und verliert schon in der Luft seine Wärme ziemlich schnell, um wie viel schneller also in dem freien Weltraume. Nehmen wir nun an, daß der ehemalige Planet zumeist aus Eisen bestanden habe und ursprünglich glühend heiß gewesen sei, so bedurfte es nur der Veranlassung zu einer plötzlichen und recht bedeutenden Abkühlung, um die ganze großartige Erscheinung hervorzubringen und zu begreifen. Der Moment der fast urplötzlichen Abkühlung trat aber ein, als Mars von dem Zentralkörper abgeschleudert wurde, denn dann mußten wegen der verminderten Kraft des Zentralkörpers alle bereits vorhandenen Planeten eine Strecke hinaus in den Weltraum fort von der Wärmequelle fliegen. Da die erwärmende Kraft abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen; so mußte eine plötzlich nicht unbedeutende Abnahme der Wärme namentlich an der so gut leitenden Oberfläche des weiter geflogenen Planeten stattfinden, worauf dann die noch im Innern vorhandene Gluth und die Krystallbildung die Zersprengung erzeugte. Die zu uns gelangenden Me-

Digitized by Google

teorsteine von sehr verschiedenen Gestalten stammen also von der bereits festeren Kruste, deren inniger zusammenhängende Theile um so weiter geschleudert wurden, je kleiner sie waren; die Planetoiden wurden aus größeren Bestandtheilen gebildet, von denen jeder sich nach den Gravitationsgesetzen mit einem Theile der im Inneren noch vorhandenen Flüssigkeit umhüllte und daher die Kugelform annahm. Auf diese Weise glaube ich die Geschichte dieser Weltkörper auf ihre wahren Grundlagen zurückgeführt zu haben.

Höhere Weltkörpersysteme.

Unsere Sonne mit ihrem ganzen Schwarme von Anhängern, in welchem Bewegung und reges Leben herrscht, bildet nicht das einzige System von Weltkörpern; es gibt vielmehr noch höhere Systeme.

Jeder von den Fixsternen ist auch eine solche Sonne, wie die unsrige, wahrscheinlich auch mit einer Schaar von dunklen Begleitern. Alle uns schon mit bloßem Auge sichtbaren Fixsterne, deren die Milchstraße 18 bis 20 Millionen zählt, bilden einen zusammengehörigen Sternenhaufen von flachlinsenförmiger Gestalt und ziemlich ungleichmäßiger Vertheilung. Wir selbst befinden uns gegen die Mitte des Haufens, weil wir die größte Menge von Sternen in einem ringsum laufenden Gürtel sehen, und weil nach den beiden Richtungen der lothrecht darauf stehenden Linie, gewissermaßen einer Axe des Haufens, die wenigsten erscheinen. Die Abmessungen desselben schätzen wir nach der Entfernung des uns nächsten Sternes, des Sirius im Sternbilde des großen Hundes, welche wenigstens 10 Billionen Meilen beträgt. Von einem kleinen Sterne im Sternbilde des Schwans ist die Entfernung auf 14 Billionen Meilen von der Sonne ermittelt. Die mittlere Entfernung eines Fixsternes von dem anderen kann man auch auf 10 Billionen Meilen annehmen.

Digitized by Google

Darnach beträgt der kleinste Durchmesser des Haufens 200 Siriusweiten, der größte 1000. Das bloße Auge reicht nur auf 12 Siriusweiten. Der ältere Herschel aber sah mit seinem 40füßigen Riesenteleskope bis auf 700 Weiten, also auf 7000 Billionen Meilen.

Auch in dieser zusammengehörigen Schaar von Himmelskörpern, welche ein System von Sonnen, also ein eigentliches Sonnensystem bilden, ist Bewegung und Leben. Dieses läßt sich wegen ihrer ungeheueren Entfernung, die auch den Schein veranlaßt, als ob sie alle gleich weit entfernt und wie an einer Hohlkugel angeheftet wären, zwar schwer erkennen, ist aber mit Sicherheit ermittelt, namentlich an manchen Doppelsternen und vorzüglich an unserer Sonne selbst, welche sich mit ihrem ganzen Hofstaate in etwa 22 Millionen Jahren um die Sterngruppe der Plejaden bewegt.

Es ist sicher, daß wir auf dieser Wanderung mancherlei kosmischen Stoffen begegnen, oder auch, daß sich dergleichen zwischen uns und der Sonne zeitweise vorfinden müssen, und daraus möchten sich wohl manche Erscheinungen in der Meteorologie erklären lassen. Wenn Dove durch seine unermüdlichen Forschungen aus sehr weit zurückreichenden Beobachtungen u. a. gefunden hat, daß ein überwiegend kalter Juni in einer Reihe darauf folgender Jahre auch noch kalt bleibt, ehe er seine mittlere Temperatur wieder erreicht, so ist man wohl versucht, anzunehmen, daß zwischen der Erde und der Sonne eine weit ausgedehnte Schicht kosmischen Stoffes liegt, welcher der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne und mit der Sonne einen Theil der Sonnenwärme entzieht. Eine anhaltend fortgesetzte Spektralanalyse und Untersuchung der chemischen Wirkungen des Sonnenlichtes möchte dieses wohl ermitteln lassen. Aber einen praktischen Nutzen würde man davon doch nicht erzielen, weil wir nicht wissen, ob und wo wir im Weltraume auf eine solche kosmische Wolke kommen. Daraus ergibt sich, daß es in der Meteorologie trotz aller Anstrengungen und ungeachtet der so bestimmten Stellung der Erde zur Sonne und der gegenwärtig wesentlich sich gleichbleibenden Beschaffenheit der Oberfläche

Digitized by Google

nicht gelingen wird, in die atmosphärischen Erscheinungen nach allen Richtungen eine solche Gesetzmäßigkeit zu bringen, daß man durch Vorherbestimmungen der Witterung auf längere Zeit einen praktischen Nutzen erreichen könnte.

Bei noch tieferen Blicken in den Weltraum entdeckt man sogenannte Nebelflecke, welche sich mehr und mehr in Sterne auflösen, je stärker die Vergrößerung des Fernrohrs ist. Ein solcher Nebelfleck ist also ein Haufen von zusammengehörigen Fixsternen, oder ein Sonnensystem, wie unser Sonnenheer eines ist. Betrachtete man unseren Fixsternenhimmel aus hinreichender Entfernung im Weltraume, so würde er ebenfalls als Nebelfleck erscheinen.

Aber auch die Nebelflecke stehen nicht vereinzelt da, sondern bilden ganze Gruppen oder Systeme von Nebelflecken. Jede der beiden Magellanischen Wolken, welche in der südlichen Halbkugel sichtbar sind, besteht aus mehren Hunderten von Nebelflecken von verschiedener Form und Größe, und zwischen ihnen sind noch Sternenhaufen in großer Fülle. Namentlich sind an den Polen der Milchstraße viele Hunderte sichtbar: so um das Haupthaar der Berenice und fast ebensoviele am entgegengesetzten Punkte.

Schon der ältere Herschel hat über 3000 Nebelflecke von verschiedenen Entwickelungsstufen entdeckt, und es ist keine phantastische Annahme, wenn wir, obwohl wir mit unseren beschränkten Sinnen stehen bleiben vor den Pforten der Unendlichkeit, das Vorhandensein noch höherer Weltkörpersysteme, höherer Nebelfleckensysteme, behaupten.

Wir würden uns aber ungemein täuschen, wenn wir sagen wollten, daß das, was wir jetzt im Weltraume erkennen, auch wirklich die Zustände der Gegenwart sind; es sind vielmehr die Zustände einer oft sehr weit hinter uns liegenden Vergangenheit.

Ein wie schneller Bote das Licht auch ist, denn es legt in 1 Sekunde den Weg von 42,000 Meilen zurück (wozu man auf der Eisenbahn bei 4 Meilen Geschwindigkeit in 1 Stunde 1 Jahr

Digitized by Google

2 Monate gebrauchen würde); so braucht er doch schon 8 Minuten 3,7 Sekunden, um nur von der Sonne zu uns zu gelangen; von dem nächsten Fixsterne 10 Jahre, von dem Polarsterne 31 Jahre, von dem Sterne Kapella 71¼ Jahre. Wenn wir eine Menge von Fixsternen, und zwar Hunderte und Tausende nebeneinander sehen, so befinden sie sich doch in der That hintereinander. Nehmen wir die Entfernung des einen von dem ihm nächsten auch nur zu 10 bis 14 Billionen Meilen an, so wird das Licht von dem hundertsten doch schon mehr als ein Jahrtausend gebrauchen, um bis zu uns zu gelangen und von den entferntesten uns noch sichtbaren Lichtnebeln wohl an 22 Millionen Jahre.

Es können und werden also von den Welten, von denen wir noch jetzt das Licht sehen, viele schon lange abgestorben sein, und diejenigen, welche jetzt abzusterben scheinen, oder deren Licht vergeht, sind schon längst erloschen.

Entwickelungsperioden eines Weltkörpers und namentlich der Erde.

Es wird nicht unangemessen sein am Schlusse dieser Abhandlung die Stufen der Entwickelung eines Weltkörpers zusammen zu fassen, zumal wir noch eine ganze Reihe höchst wichtiger, unsere Erde selbst betreffender Frage zu beantworten haben. Wir können darin folgende Perioden unterscheiden:

1) den Zustand eines weit im Weltraume verbreiteten planetarischen Nebels ohne eigenes Licht und ohne einen bedeutenden Wärmegrad (Kometen- und Sternschnuppen-Körperchen),

2) den der kosmischen Wolke mit eigenem Lichte und einer bereits höheren Temperatur (Nebelstern, nicht Nebelfleck),

Digitized by Google

3) den glühend gasförmigen Zustand mit einer Lichthülle an der äußeren Umgränzung, entstanden durch Verdichtung (Kondensation) an dem kalten Weltraume zunächst der Schwermetalle (Nebelfleck mit homogenem Lichte im Gesichtsfelde des Spektralapparates),

4) den glühend flüssigen Zustand eines Kernes als Niederschlag von Schwermetallen, umgeben mit einer Gasatmosphäre, aus der sich durch Abkühlung an dem umgebenden Weltraume auch wieder eine Lichthülle mit einzelnen Wolken (Fackeln) und Flecken entwickelt, welches den wesentlichen Begriff einer Sonne oder eines Fixsternes gibt.

5) Die Periode der Abschleuderungen glühend flüssiger Massen, welche ebenfalls eine Gasatmosphäre aus den verschiedenartigsten Stoffen besitzen und mit ihrem Zentralkörper zuerst noch das Aussehen eines Nebelsternes mit mehren leuchtenden Punkten gewähren.

Wir wollen nun die Geschichte eines durch Abschleuderung entstandenen Planeten verfolgen, müssen uns aber, um uns nicht in leeren Phantasiegebilden zu verlieren, auf unsere Erde beschränken, welche uns bei einem fleißigen Studium ihrer festen Kruste und der Reste von organischen Geschöpfen aus der Vorzeit hinreichend sichere Anhaltspunkte dazu gibt. Zunächst haben wir

1) die Feuerperiode, während welcher sich an der Oberfläche des feurig-flüssigen Kernes eine Art Schlacken bildete, so daß sie dann nur noch wenig leuchtete und mit einer Gasatmosphäre aus sehr verschiedenen Stoffen umgeben war.

Welche Temperatur der erste feurig-flüssige Kern der Erde gehabt haben muß, geht deutlich aus dem Schmelzpunkte der Schwermetalle hervor, da dieselben bei ihrer Auffindung zeigen, daß sie in einem geschmolzenen Zustande vorhanden gewesen sind. Da der Schmelzpunkt des Platin 6000° R. beträgt, so ist mindestens dieses der niedrigste Grad der ursprünglichen Erdwärme gewesen. Weil verschiedene Stoffe einen verschiedenen Grad von Schmelzbarkeit besitzen, so bildeten sich in der fest werdenden Erdkruste verschiedene Lagen von unten nach oben bestehend aus Basalt, Porphyr, Grün-

Digitized by Google

stein und Granit (Gneus), welche alle Feuergebilde sind und nur im Flusse sich krystallinisch gestalten konnten. Beim Granit sind die Quarzkrystalle (auch Granaten) in den Feldspath eingeschmolzen. Die Erde hatte sehr lange noch eine dem Schmelzpunkte dieser Gesteine ziemlich nahe kommende Temperatur.

Die Zeit der Abkühlung der Erde bis zu der jetzigen Temperatur ist wohl nach Milliarden von Jahren zu rechnen. Bischof hat einen schwachen Versuch mittelst eines Basaltwürfels gemacht und sagt, daß 350 Millionen Jahre erforderlich gewesen seien, ehe die Erde von 2000° bis auf 500° sich abgekühlt habe. Ein Beispiel von der selbst jetzt noch, und zwar sogar auf der Erdoberfläche selbst, nur sehr langsam vor sich gehenden Erkaltung haben wir an der Lava, welche aus dem Erdinneren durch die Krater der Vulkane hervorströmt. Nach Jahren ist sie noch so heiß, daß ein Stock, welchen man durch die etwas erhärtete Kruste sticht, bald verkohlt. Von den eigenthümlichen Sprüngen, welche bei der Abkühlung der Erde eingetreten sind und durch unwiderlegliche Thatsachen bewiesen werden, wollen wir später besonders sprechen.

Obwohl wir etwa nur 1 Meile tief in die feste Erdrinde eingedrungen sind, so hat sich doch mit Sicherheit herausgestellt, daß von einem je nach der geographischen Breite etwa 60 bis 80 Fuß tief liegenden Punkte aus, wo die Temperatur in allen Jahres- und Tageszeiten dieselbe ist, die Wärme nach dem Erdinneren mit je 90 bis 100 Fuß Tiefe um 1° R. zunimmt. Geschähe diese Zunahme weiter ebenso, so würde in einer Tiefe von 12000 Fuß oder einer halben Meile die Wärme mehr als 110° betragen und bei einer Tiefe von 7 Meilen würde das Eisen, dessen Schmelzpunkt etwas über 1200° liegt, im flüssigen Zustande vorkommen. Wenn auch die Erdwärme mit größerer Tiefe langsamer zunehmen sollte, was nicht wahrscheinlich ist, so werden wir doch die Erde bei einer gewissen Tiefe in einem jetzt noch flüssigen Zustande, das Innere derselben als hohl, die feste Erdrinde aber von einer vom Aequator nach den Polen hin abnehmenden Dicke ansehen müssen.

Da die Erde in einem feurig-flüssigen Zustande von so hoher Temperatur gewesen ist, so müssen wir schon aus der Natur der

Digitized by Google

Wärme als eines Schwingungszustandes der Stoffe*) schließen, daß sie hohl ist. Die mit außerordentlicher Schnelligkeit schwingenden Massentheilchen begeben sich nämlich dahin, wo sie den geringsten Widerstand finden, also möglichst nach der Außenfläche der Kugel; denn im Inneren nach der Mitte hin stoßen sie gegeneinander, entfernen sich also voneinander. Ich habe gefunden, daß die Stahlkügelchen, welche beim Verbrennen einer Uhrfeder im Sauerstoffe, so wie die Eisenkügelchen, welche ein durch Elektrizität geschmolzener Draht gibt, mit Ausnahme der allerkleinsten, die freilich auch schwer zu untersuchen sind, alle hohl sich zeigen. Bei den kleinsten kommt die Kohäsion der Massentheilchen eher zur Geltung und überdies kühlen sie auch allzu rasch ab, als daß die Schwingungskraft der Wärme anhaltend genug wirken könnte. Ich sehe gar nicht ein, warum nicht die sehr lange glühend gewesenen Tropfen des Weltraumes denselben Bedingungen unterworfen gewesen und nicht schon deshalb hohl geworden sein sollen. Dazu kommt ferner, daß die bei der Axendrehung der Erde unabläßig in allen ihren Theilen auftretende Schwungkraft nicht nur bei ihrer Entstehung, sondern auch als sie bereits eine festere Rinde bekommen hatte und heute noch, die noch flüssigen Stoffe des Inneren fortwährend nach der festen äußeren Schale hindrängt, besonders aber nach dem Aequator, so daß wir dieselbe in den kalten Zonen als am wenigsten dick ansehen müssen.

Für die letzte Behauptung, nach welcher die innere Erdgluth in der kalten Zone nicht so tief liegt, als in der heißen, scheinen nicht blos die Vulkane und heißen Quellen auf Island eine Bestätigung zu geben, sondern auch, abgesehen von den Wallrossen und Wallfischen und den für sie nothwendigen massenhaften Ernährungsmitteln, der ungeheure Reichthum anderer riesenhafter (Dintenfische mit harten Schnäbeln) und demzufolge auch wieder anderer kleinerer Thiere, welche alle in einer Meerestiefe von 160 bis 200 Fuß unter dem Spiegel an der Küste Grönland's unter

*) Siehe meine Abhandlung: Neue Theorie der Elektrizität und des Magnetismus u. s. w. 3. Aufl. 1861, Berlin bei E. S. Mittler und Sohn.

Digitized by Google

mehr als 80° nördlicher Breite (Cap Independence 81,5°) leben. Hier findet das Meeresleuchten als ein freiwilliger Akt mikroskopischer und auch größerer Thiere nur in diesen größeren Tiefen statt, weil das aus dem Eise entstandene süße Wasser als das leichtere oben schwimmt, jene Thiere aber in ihm nicht lange leben können. Die fabelhaft zahlreichen Heringszüge kommen ebenfalls aus größeren Tiefen der nördlichen Meere, in denen die Erdwärme dem Wasser eine mildere Temperatur gibt, als sie in dem leichteren und auch leichter gefrierenden Eiswasser an der Oberfläche stattfindet. Letzteres wird durch das schmelzende Eis bis zu einer gewissen Tiefe stets kalt erhalten, ersteres durch die innere Erdwärme stets wärmer. — Auch die Atmosphäre ist in geringeren Breiten wegen der Fliehkraft höher, als in der Polarzone und daher scheint auch der Mond hier ausnehmend hell.

Wenn wir für die Schichtenbildung der Erde die Wirkungen der Gravitation oder des Bestrebens aller Stoffe dem Mittelpunkte um so näher zu kommen, je gewichtiger sie sind, und der Schwungkraft zusammenhalten; so erkennen wir, daß es in der Erdkruste eine Schicht geben wird, in welcher das Gleichgewicht dieser Kräfte und somit die größte Dichtigkeit vorhanden ist. Wegen der Gravitation nimmt das Gewicht der Stoffe von außen nach innen zu, wegen der Schwungkraft aber von innen nach außen. Damit stimmt die Erfahrung sehr gut überein, daß die mittlere Dichtigkeit der die äußere Erdrinde zusammensetzenden Körper nur etwa 3 beträgt, während das spezifische Gewicht der ganzen Erde 5,6747 gefunden worden ist. Daß die gewaltsamen Katastrophen, denen die Erde, wie wir noch sehen werden, ausgesetzt gewesen ist, in Betreff des ersten Punktes manche Ausnahmen erzwungen haben, ist nicht eine Einwendung dagegen.

Ein Himmelskörper überhaupt muß ferner um so mehr hohl sein, je geringer bei einem gewissen absoluten Gewichte sein spezifisches, je größer dabei sein Durchmesser und seine Drehungsgeschwindigkeit ist.

Welch einen bedeutenden Einfluß die Schnelligkeit der Axendrehung auf die Vergrößerung der Fliehkraft auch des Inneren

Digitized by Google

eines Himmelskörpers, also auch auf dessen Aushöhlung besitzt, zeigt sich recht auffallend bei den oberen Planeten. Während jeder Punkt des Erdäquators in 1 Sekunde eine Geschwindigkeit von nur 1422 par. Fußen besitzt, ist sie bei Jupiter 39070′, bei Saturn 33500′, bei Uranus 21650′ und ihr spezifisches Gewicht der Reihe nach 1,08, 0,47, 0,99. Da die oberen Planeten früher entstanden sind, als die unteren; so sind auch ihre Stoffe leichter, denn die schwersten haben sich beim Zentralkörper am tiefsten abgelagert, sind also auch am spätesten abgeschleudert worden. Das größte spezifische Gewicht von 17,72 hat Merkur bei nur 504 Fuß Geschwindigkeit an seinem Aequator und nur 600 Meilen Durchmesser; er wird also am wenigsten hohl sein, wenn dieses Recht nicht etwa die so sehr kleinen Planetoiden in Anspruch nehmen, von denen wir freilich die näheren bedingenden Umstände noch nicht wissen und wohl nie erforschen werden.

Für die Sonne erscheint die Ansicht, daß sie hohl ist noch viel wahrscheinlicher, als bei den meisten Planeten; denn ungeachtet in ihrer Atmosphäre ein Verbrennungsprozeß vorzüglich von Eisen stattfindet, ist bei einem Durchmesser von etwa 187800 geographischen Meilen ihr spezifisches Gewicht doch nur ungefähr das des Wassers. —

2) Die Kampfperiode zwischen Feuer und Wasser. Eher noch, als die Erdoberfläche, mußte die damals aus den verschiedenartigsten Stoffen bestehende und noch ungeheuer weit ausgedehnte Atmosphäre an ihrer äußeren Gränze sich abkühlen. Sauerstoff und Wasserstoff hatten in ihrer Verbindung bei einer Temperatur von mehr als 80° R. noch die Natur des Wasserdampfes; als die Wärme bis dahin und tiefer sank, bildete sich zwar Wasser, aber es wurde beim Fallen durch die höhere Wärme wieder in Dampf verwandelt. So dauerte dieses Spiel bei immer tiefer eindringender Abkühlung sehr lange fort, bis das fallende Wasser endlich die noch heiße Erdkruste erreichte. Dort wurde es wie auf einem heißen Steine wieder verdampft, löste dabei aber von den verschiedenen Gesteinen eine Menge Bestandtheile in zartester Vertheilung auf und nahm sie mit in die Höhe. In dieser furchtbaren

Digitized by Google

und lange währender Periode des Kampfes zwischen Wasser und Feuer, in welcher gewiß auch die Elektrizität eine so große Rolle spielte, daß die kühnste Phantasie ein Bild sich zu machen unfähig ist, wurden ungeheure Massen schon fest gewordener Bestandtheile der Erdoberfläche vollständig wieder aufgelöst und dann als feiner Schlamm abgelagert. So wurden die Thonschiefer und Grauwacken erzeugt und auf diese Weise in den Polargegenden zuerst die Grundlage für die Entstehung einer anfänglich niederen Pflanzen- und Thierwelt gewonnen.

3) Die Wasserperiode. Die ungeheuer weit in den Weltraum reichende Wasserdampfatmosphäre zog sich mehr und mehr zusammen und Gewässer sammelten sich zunächst und vorzüglich um die verhältnißmäßig kälteren Polargegenden, während das in der Aequatorealzone herabkommende Wasser immerfort noch schnell verdampfte. Wie wir jetzt in der Atmosphäre vorzüglich Luftströmungen oder Winde haben, so fanden damals bei einer viel höheren Temperatur die heftigsten Dampfströme und Dampfstürme statt. Es beginnen zwar jetzt schon Jahreszeiten sich zu äußern, aber nur in furchtbaren Niederschlägen von Wasser und in der Unterbrechung derselben. Da diese Niederschläge jedesmal eine Menge fein aufgelöster Massen mit sich brachten und Ueberfluthungen herbeiführten, so mußte auch die losere Erdrinde eine Schichtenbildung annehmen gleichwie die Jahresringe bei den Bäumen. Zur Entstehung dieser Schichten, deren eine sehr große Anzahl von geringerer und größerer Mächtigkeit vorhanden sind, trug auch vorzüglich der Umstand bei, daß die vorzüglich in den Polargegenden herabfallenden Regengüsse das an jeder bestimmten Stelle vorhandene, durch ihre Drehungsgeschwindigkeit bedingte Gleichgewicht vorübergehend störten und das dasselbe sich dadurch wieder herstellte, daß die Gewässer nach geringeren Breiten strömten, Gesteine und Erdarten mit sich fortführten und sie endlich ablagerten. In dem Wasser selbst haben sich alle Gebirge aus Kalk, Sandstein, Kreide und auch diejenigen gebildet, in denen sich Gyps und Steinsalz befindet.

Nach und nach beginnt also das Wasser seine Gewalt auszuüben und trägt durch die furchtbaren Niederschläge und Ver-

Digitized by Google

dampfungen vorzüglich zur Abkühlung der Erdoberfläche bei, welche in den Polargegenden zuerst soweit vorschritt, daß sie auch zuerst und zunächst allein fähig waren organische Geschöpfe zu erzeugen und zu ernähren. Es ist also gar nichts Wunderbares, daß wir jetzt noch nicht etwa in der heißen Zone, sondern gerade in den kalten, namentlich auch in Sibirien, eine unermeßliche Menge von Resten vorweltlicher kolossaler Thiere: fossile Exkremente, Stoßzähne von Elephanten und Knochen verschiedener Thiere, deren Arten jetzt gar nicht mehr vorhanden sind, auffinden.

Zu diesen Kämpfen des Feuers mit dem Wasser und dem endlichen Siege des Wassers gehörten sicher viele Millonen von Jahren. Selbst die Periode der späteren, viel ruhigeren Ablagerungen, welche eine mächtige, durchschnittlich 200 Fuß dicke Schicht der Erdrinde bildeten, kann man durch Rückschlüsse, ausgehend von der historischen Zeit des Menschengeschlechtes, auf mindestens 10 Millionen Jahre annehmen. Sogar der durch seine Ablagerungen so hervortrende Nil hat, um nur 100 Fuß Boden abzusetzen, 36000 Jahre gebraucht, wie wir aus der Lage der seit etwa 2000 Jahren vorhandenen Bauwerke und der Stärke der alljährlichen Ablagerungen dieses Flusses entnehmen. — Die Periode der Entstehung mächtiger Pflanzen und Thiere bis zu dem Erscheinen des Menschen wird auf 9 bis 10 Millionen Jahre angenommen.

4) Hebungsperioden. Die Erde war in nicht großer Tiefe unterhalb der festen, mit loseren Schichten und mit Wasser bedeckten Rinde noch lange feurigflüssig. Wenn die inneren Gluthmassen bei geringerer Dicke der festen Erdrinde anfänglich nur ein wellenförmiges Wogen hervorbrachten, so mußten sie später bei größerer Dicke und Festigkeit der Rinde gewaltige Auftreibungen an den einen und Senkungen an den anderen Orten erzeugen. Dabei borst die feste Masse, es bildeten sich Spalten und Höhlungen, in welche, wenn sie tiefer lagen oder zu liegen kamen, die Gewässer stürzten und furchtbare Dampferplosionen erzeugten; durch welche aber, wenn sie höher lagen, die Feuergebilde der Tiefe brachen: die neueren durchbrachen die älteren über sich und führten Stücke davon mit sich in die Höhe, indem diese dann in jene eingeschmolzen

Digitized by Google

sich vorfinden, z. B. Stücke des ältesten Granits in neuerem, Gneus in Porphyr, Glimmerschiefer in körnigem Kalk. Die untersten Gebilde liegen somit oft am höchsten; der Basalt durchbrach in mächtigen Krystallen die bereits festen Schichten und die innere Glut bildete eine Menge (über 500) von Vulkanen, gewissermaßen als Sicherheitsventile gegen eine Zersprengung des Ganzen. Jetzt sind deren nur noch wenige in dieser Beziehung zeitweise thätig. Daß die früher horizontal gelagerten Schichten bei der Entstehung der Gebirge durch Hebungen von dem Erdinneren aus vom Gipfel an gegen den Horizont ringsum geneigt sein müssen, ist wohl selbstverständlich. Nur selten findet man noch horizontale Ablagerungen älterer Epochen.

Die Hebungen und Senkungen der Erdrinde wiederholten sich in sehr langen Perioden oft und im allgemeinen über die ganze Erde fast gleichzeitig, anfänglich sehr heftig und in kürzeren Zwischenräumen, bei fortschreitender Abkühlung aber mehr allmählig und in längeren Unterbrechungen und endlich sehr langsam. Von Europa nimmt man 12 solcher Perioden an. Jedesmal unterlag eine ganze Welt von Pflanzen und Thieren einer solchen Katastrophe. Ihre Reste sind gewissermaßen die Denkmünzen der Schöpfungsgeschichte der Erde; man findet sie ebensowohl 900 Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel, als 10,000 Fuß über ihm. Nicht nur in flachen Gegenden, wie nach meinen Wahrnehmungen z. B. in den oberschlesischen Kalklagern, sondern auch in hochgelegenen sind die Muscheln der Thiere, welche auf dem jetzt zum Theil so hoch gehobenen früheren Meeresboden lebten, oft mit den zartesten Windungen ganz unversehrt erhalten; Knochen des Mastodon liegen im Andesgebirge 8000 Fuß hoch; Reste von Süßwasser- und Meerwasserthieren sind nicht selten in nahe übereinander liegenden Schichten vorhanden, und da sich an manchen Knochen und Zähnen von Landthieren Korallen angesetzt finden, so müssen sie einige Zeit vom Meere bedeckt gewesen sein, ehe sie bis zu ihrer jetzigen Lagerstätte gehoben worden sind.

5) Die Steinkohlenperiode gehört in die Zeit der ruhigeren Senkungen und Hebungen. Wenn sich auf dem aufge-

Digitized by Google

schwemmten Schlamme und Sande, aus welchen später durch den Druck neuer oberer Schichten Thonschiefer und Sandstein wurde, im Laufe von Jahrhunderten eine riesige tropische Vegetation gebildet hatte, und es trat dann eine Senkung und Ueberlagerung durch schlammiges Gewässer ein; so bildeten sich unter Mitwirkung der inneren Erdwärme aus den erweichten kolossalen Farren, Kalamiten und Lykopodien, so wie aus den ungeheuer mächtigen Torfmooren, Flechten, Mosen und anderen Vegetabilien die Steinkohlen. Durch kräftige hydraulische Pressen läßt sich jetzt noch der Torf zu einer steinkohlenähnlichen festen Masse zusammendrücken. Auf der neuen Decke entstand im Laufe von neuen Jahrhunderten eine neue urkräftige Vegetation, die später dasselbe Schicksal erlitt, wobei übrigens auch Pflanzen aus höheren Standorten in die Vertiefungen geschwemmt wurden, wodurch die Steinkohlenlager bisweilen eine große Mächtigkeit erhielten.

Auf diese Weise findet man, indem sich dieser Vorgang innerhalb von Jahrtausenden wiederholt hat, häufig mehre Kohlenflöze übereinander. In der Eschweiler Kohlenmulde sind 44 in dieser Weise gelagerten Kohlenflöze abwechselnd mit Sandstein und Thonschiefer aufgeschlossen, von denen jedes mehr nach oben liegende neue Pflanzenarten enthält, so daß die eines tieferen Flözes in höheren gar nicht mehr vorkommen, im benachbarten aber Uebergänge bemerkbar sind.

Die Kohlenflöze sind meistens nur bis zu 6 Fuß mächtig, selten 30 bis 50 Fuß und liegen vorzüglich in den letzteren Fällen, die früheren Thäler ausfüllend, in muldenförmigen Vertiefungen.

Daß diese Ueberfluthungen der Senkungen imganzen ruhig geschehen sind, beweisen nicht nur die wohl erhaltenen Blattformen der Gewächse und die nicht selten vorkommenden noch grade stehenden versteinerten Bäume, welche bisweilen durch mehre Schichten ragen, sondern auch die auch hier schön erhaltenen Reste der Schalthiere. An der englischen und französischen Küste findet man sogar heute noch einen unter den Meeresspiegel versunkenen Wald.

Digitized by Google

6) Die Kälteperioden (Eisperioden, Gletscherperioden). Es ist durch offen daliegende Thatsachen unzweifelhaft gemacht, daß die Erde sich nicht blos allmählig abgekühlt hat, sondern daß urplötzlich bedeutende Abkühlungen eingetreten sind. Es wurden hierbei in der jetzigen kalten Zone elephantenähnliche Thiere so sehr überrascht, daß sie, ins Eis eingefroren, sich mit genießbarem Fleische noch bis in dieses Jahrhundert erhalten haben. Im Jahre 1722 fand man an der Lenamündung in einem Block des Schwemmlandes eingefroren ein Mammuth; 1770 fand Pallas am Wiluiufer ein vollständiges Rhinozeros, und 1799 sah man nördlich von Sibirien in einen Eisblock eingefroren ein Mammuth, welches 1804 an der Lena-Mündung strandete. Es war mit wolligem Haare bedeckt und merkwürdigerweise noch so gut erhalten, daß die Hunde der Jakuten gierig von dem Fleische verzehrten. Die Stoßzähne desselben allein wiegen 360 Pfunde; das ganze Skelett ist jetzt eine Zierde des Museums in St. Petersburg. Außerdem aber ist Sibirien eine wahre Fundgrube von Elfenbein vorweltlicher Elephanten. Auch bei Kanstadt sind in dem Tuff die Knochen eines Mammuth gefunden worden.

Merkwürdig ist es ferner, daß man in Höhlen, auch in Deutschland, eine Menge von Knochen der verschiedenartigsten Thiere vereint vorfindet, welche dorthin nicht geschwemmt sein können. Ebensowenig kann man annehmen, daß verhältnißmäßig kleine Raubthiere ungeheuer große grasfressende Thiere werden dorthin geschleppt haben. Die einander feindseligsten Thiere flüchteten vielmehr in der Noth bei der urplötzlich einbrechenden ungeheuren Kälte in die anfänglich noch ziemlich warmen Höhlen, und fanden darin wahrscheinlich unter den wüthendsten Kämpfen um ihre Existenz endlich einen gemeinsamen Tod; denn außerhalb fehlte es augenblicklich an Nahrungsmitteln und bald drang die Kälte auch in diese Höhlen ein.

Aus der letzten Eisperiode schreiben sich die in der gemäßigten und selbst in der heißen Zone jetzt noch ziemlich verbreiteten und nicht hoch gelegenen Eisgrotten her, z. B. die Höhle von Be-

Digitized by Google

sançon, die Grotten auf Teneriffa, in Savoyen, Ungarn, Steiermark, im Ural. In Sibirien thaut in einer Tiefe von 2 bis 3 Fuß der Erdboden selbst während des Sommers gar nicht mehr auf.

Wenn auch nach dem Eintritte einer plötzlichen ungeheuren Kälte an der Oberfläche der Erde die innere Erdwärme sich nach und nach noch geltend machte, so war doch weder die kalte, noch die gemäßigte Zone in Zukunft noch fähig, eine so kolossale Thier- und Pflanzenwelt zu erhalten, wie sie vorher vorhanden gewesen war. Die Zeugungs- und Ernährungskraft der Erde für organisches Leben war von nun an mehr den geringeren geographischen Breiten zugewiesen.

Man hat sich zwar bemüht, für die Entstehung einer so großen Kälte in einer ganz kurzen Zeit naturgemäße Gründe aufzufinden; aber die bis jetzt angegebenen sind nach meiner Ansicht völlig unhaltbar.

Die Einen haben gemeint, daß die Lage der Erdare plötzlich eine andere geworden sei. Dieses ist aber bei der ungeheuren Rotationskraft (zufolge ihres Gewichtes von 123191 Trillionen Zollzentnern und ihrer ziemlich schnellen Arendrehung), mit welcher die Erde ihre Are in einer bestimmten Lage zu erhalten sucht, rein unmöglich.

Andere sagen, daß Thiere, wie das zuletzt an der Mündung der Lena aufgefundene, welche mit einem dichten wolligen Haare bekleidet waren, wohl wie der Eisbär in so kalten Regionen leben konnten, oder meinen, daß sie, wenn sie nicht stets dort gelebt haben, aus geringeren geographischen Breiten dahin gewandert seien, wie sich ja heute noch einzelne Raubthiere der wärmeren Zone bis zu nicht unbedeutenden Breiten nach Sibirien verirren. — Diesen muß entgegnet werden, daß, wenn schon ein Rind täglich gegen 30 Pfunde Nahrungsmittel bedarf, ein so ungeheuer großes grasfressendes Thier zu seiner Existenz täglich wohl das Zehnfache gebraucht haben mag, und daß daher weder ein einzelnes Thier, noch viel weniger ungeheuer große Scharen in jenen Gegenden

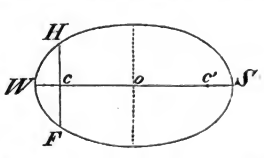
Digitized by Google

mit ihrer jetzigen Vegetation und Temperatur die hinreichenden Nahrungsmittel finden konnten. Die Bekleidung des Thieres mit dichtem Haare ist gar kein Entscheidungsgrund, weil ja der in der heißen Zone lebende Löwe auch einen starken Haarwuchs besitzt.

Die Ansicht, daß die Thiere oder deren Knochen durch Anspühlung aus geringeren geographischen Breiten dorthin gekommen sein mögen, bedarf wohl kaum der Widerlegung und ist namentlich durch jenes an der Lena aufgefundene Thier völlig unhaltbar geworden.

Die Annahme kalter und warmer Stellen im Weltraume, in welche die Erde bei ihrer Wanderung mit der Sonne und den anderen Planeten gekommen sein soll, ist gegen das Gesetz des Gleichgewichtes, welches für den Weltäther nach seiner ganzen Natur in noch strengerer Weise gelten muß, als für die luftigen Stoffe der Erde. — Daß übrigens die Erde bei ihrem Laufe auf andere Stoffe, nämlich die Kometenstoffe, trifft, ist zwar ausgemacht, nicht aber, daß diese Stoffe so große und so schnelle Wärmeunterschiede zu erzeugen fähig wären, als hier nothwendig gewesen sind. Wenn solche Stoffe zwischen Erde und Sonne treten, so ist wohl eine kleine Herabsetzung der Temperatur, niemals aber ein so großer und so plötzlicher Sprung, möglich.

Adhémar sucht die Eisperioden der Erde aus dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte (Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators) auf ihrer Bahn um die Sonne zu erklären.



Bedeutet *WFSH* in Fig. 8 die hier auffallend elliptisch gezeichnete Bahn der Erde um die Sonne, welche sich in dem einen Brennpunkte *c* befindet; steht *HF* durch *c* lothrecht auf der großen Axe *WS* und befindet die Erde sich in der Wintersonnenwende oder beim Beginne unseres astronomischen Winters im Sonnen-

Digitized by Google

nähepunkte *W*; so ist sie beim Beginne des Sommers im Sonnenfernepunkte *S*, während der Frühlings- Tag- und Nachtgleiche in *F*, bei der Herbst- Tag- und Nachtgleiche in *H*. Die Erde verweilt gegenwärtig in der Bahnstrecke *FSH* etwa 8 Tage länger, als in der Bahn *HWS*, also ist für die nördliche Halbkugel der Erde jetzt das Sommerhalbjahr um fast 8 Tage länger, als das Winterhalbjahr.*)

Nun rücken aber wegen der sphäroidischen Gestalt der Erde und der festen Lage ihrer Axe unter dem Einflusse der Anziehung der Sonne und des Mondes (weniger der übrigen Planeten) die Durchschnittspunkte *F* und *H* jährlich um 50,3 Sekunden vorwärts (d. h. *F* nach *S*, *H* nach *W* hin) und durchlaufen so die ganze Bahn von Osten nach Westen oder in der Richtung des scheinbaren Sonnenlaufes während 25765 Jahren; also werden die Bewohner der nördlichen Halbkugel nach der halben Zeit oder in 12882,5 Jahren beim Beginne unseres Winters nach dem Sonnenfernepunkte gekommen sein und dann ist unser Winterhalbjahr um so viel länger, als früher das Sommerhalbjahr.

Adhémar meint nun, daß alle 25765 Jahre jede der beiden Halbkugeln einmal überfluthet werde, gegenwärtig die südliche, weil die kalte Halbkugel während ihres langen Winters mehr Wärme durch die Ausstrahlung verliere, als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers gewinne, daß daher die kältere Halbkugel durch das in größerer Menge sich ansetzende Eis gewichtiger werde, als die wärmere und die Gewässer mit ihren zerstörenden Wirkungen vorzüglich nach jener strömen müßten.

Dagegen aber ist Folgendes zu erinnern. Es steht wissenschaftlich fest, daß die durch die Sonne auf der Erde im ganzen Jahre erregte Wärme für beide Erdhälften genau gleich ist, weil bei der einen Erdhälfte zu einem langen kalten Sommer (Sonnen-

*) Es währet nämlich für die nördliche Halbkugel

der Frühling	92 Tage	22 Stunden,	zusammen	186 T. 12 St.
„ Sommer	93 „	14 „ ,		
„ Herbst	89 „	17 „ ,	„	178 „ 18 „
„ Winter	89 „	1 „ ,		

Digitized by Google

ferne) ein kurzer warmer Winter (Sonnennähe) und bei der anderen zu einem kurzen warmen Sommer (Sonnennähe) ein langer kalter Winter (Sonnenferne) gehört. Daß die nördliche Halbkugel gegenwärtig etwas mehr freie Wärme zeigt, liegt in der ungleichen Vertheilung des Festlandes. — Ferner ist durchaus nicht sicher, daß die eine Erdhälfte während ihres längeren Winters durch Ausstrahlung in den Weltraum mehr Wärme verliert, als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers empfängt, denn die Ausstrahlung wird bei bedecktem Himmel, wie er während solcher Winter meist stattfindet, außerordentlich gehemmt; nur bei heiterem Himmel und Windstille ist es im Winter recht kalt. — Außerdem duldet die stets unveränderte Axendrehung der Erde und daher die ganz bestimmte Fliehkraft eines jeden ihrer Punkte, so wie die gleiche Fliehkraft je zweier Punkte in den beiden Halbkugeln mit gleicher geographischer Breite, eine solche Verlegung des Schwerpunktes blos nach der einen oder blos nach der anderen Erdhälfte durchaus nicht, am wenigstens auf eine so lange Reihe von Jahren. Diejenigen Eismassen, welche sich gletscherartig in den Polargegenden etwa über den Gleichgewichtszustand vorübergehend bilden sollten, wandern alljährlich nicht nach den Polen hin, sondern in geringere Breiten, um geschmolzen zu werden. —

Endlich wäre auch die abwechselnde Abkühlung der beiden Halbkugeln eine viel zu langsame und auf einen allzugroßen Zeitraum ausgedehnte, als daß wir die obige plötzlich eingetretene Katastrophe irgendwie genügend erklären könnten.

Etwas tiefer eindringend erscheint auf den ersten Augenblick die Ansicht von James Kroll, welcher die Kälteperioden auf den Wechsel der Excentrizität der Erdbahn zurückführt. Gegenwärtig unterscheidet sich die Bahn der Erde nicht sehr bedeutend von einem Kreise, denn der Unterschied zwischen ihrer größten und kleinsten Entfernung von der Sonne ist kaum der dreißigste Theil der mittleren Entfernung. Früher ist die Excentrizität allerdings bedeutend größer gewesen: vor 67 Jahren betrug sie gegen 3, vor 210,000 Jahren gegen 10¼ Millionen englische Meilen und vor

Digitized by Google

etwa 314,000 Jahren hatte sie ihren höchsten Werth von mehr als 14 Mill. engl. Meilen. In einem so langen Zeitraume erreicht die Entfernung der beiden Brennpunkte c und c' in unserer früheren Zeichnung 8, abwechselnd ihren kleinsten und ihren größten Werth.

Bei einer solchen Differenz der Entfernungen muß sich die Verschiedenheit der Wärme durch die Besonnung in den beiden Halbkugeln allerdings sehr bemerklich zeigen, besonders wenn bei dem steten Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen-Punkte die Sonnenwendepunkte die Endpunkte der großen Axe zu der Zeit sind, wenn die Excentrizität am größten ist. Aber auch für diese Theorie gelten wesentlich dieselben Einwendungen, wie für die vorige. — Wenn nämlich bei wachsender Excentrizität die Schärfe der Gegensätze in den Jahreszeiten für jede der beiden Halbkugeln wohl auch wächst, so findet doch, da dieses Wachsen innerhalb eines sehr großen Zeitraumes stattfindet, die Thatsache einer urplötzlichen Ueberraschung durch einbrechende große Kälte für solche Thiere, welche an ein tropisches Klima gewöhnt waren, gar keine Erklärung. Wäre die Abkühlung wirklich so langsam geschehen, wie sie aus der allmählig sich verändernden Excentrizität folgt; so würde die ganze, an Wärme gewohnte Thierwelt jedenfalls nach und nach gegen den Aequator hin gewandert sein, und nicht in großen Schaaren bei dem gesteigerten Mangel an Lebensmitteln sich dem sicheren Tode durch Kälte und Hunger preisgegeben haben.

Da ich das Hereinbrechen der Kälteperioden mit dem räthselhaften Auftreten der erratischen Blöcke und Geschiebe in einem engen Zusammenhang bringen zu können meine, so will ich zunächst noch darüber Einiges anführen.

Es ist nichts Wunderbares, daß alle Hochgebirge auf mehr oder minder große Entfernungen mit einem Gürtel von abgelösten Steinen umgeben sind. Nicht nur die in die Felsenspalten eindringende Vegetation, sondern auch die jährlich wiederholt eintretende Eisbildung aus dem in die Spalten gedrungenen Wasser bewirkt Ablösungen und Zersprengungen von Gesteinen. Die Bruchstücke folgen nun theils blos ihrem eigenem Gewichte, theils

Digitized by Google

werden sie von den aus den Gebirgen herabkommenden Gewässern mit fortgerissen, theils wandern sie mit den Gletschern der Hochgebirge abwärts und werden dabei theilweise abgeschliffen. Wenn schon diese Erscheinungen früher in einem weit großartigeren Maßstabe stattfanden, als wir sie jetzt erkennen, so sind sie doch wahrhaft pygmäenartig gegen die, von welchen die erratischen Blöcke und Geschiebe, welche weit von den Gebirgen entfernt liegen, Zeugniß ablegen.

Große Granit-, Gneiß- und Glimmerschieferblöcke, welche zweifellos den norwegischen und schwedischen Gebirgen angehört haben, liegen nämlich nicht nur in der germanischen und sarmatischen Tiefebene von Belgien bis an den Ural, durch Meer getrennt von ihrem Ursprungsorte, sondern noch südlicher z. B. an den Alpen; außerdem aber findet man in manchen Gegenden und bis zu mehr als 1000 Fuß Höhe über dem Meere ungeheure Mengen abgerundeter Geschiebe, wie man sie häufig zu Pflastersteinen verwendet. Letztere liegen vorzüglich in drei linienförmigen und mit einander von *WNW* zu *NW* nach *OSO* zu *SO* parallel laufenden Reihen. Sie sind also wohl durch eine eigentlich von Norden herkommende Wasserfluth getrieben worden, welche aber wegen der Axendrehung der Erde die Richtung von *NNO* zu *NO* annahm, ähnlich dem unteren Passatwinde der nördlichen Halbkugel; dabei wurden sie abgerundet und endlich abgesetzt. Auch in Nordamerika habe ich auf der Fahrt von New-York nach Buffalo solche Gürtel durchschnitten, in denen Geschiebe auch in ungeheurer Menge vorkommen. Die größeren Blöcke sind weniger abgeschliffen und die größten am wenigsten. Letztere sind also nicht durch Wasser am Erdboden fortgetrieben worden. Hin und wieder findet man, daß Hügel von Norden nach Süden durch sie gefurcht erscheinen. — Auf eine auch von dem Südpole nach dem Aequator gerichtete Strömung weisen die nach Süden hin spitz und steil auslaufenden Ländermassen der südlichen Halbkugel hin.

Obwohl die Traditionen aller Völker von einer sogenannten Sündfluth sprechen, und diese Katastrophe die jüngste ist, welche die Erde getroffen hat, so sind doch erst vor wenigen Jahren die sicheren Ueberreste von urweltlichen Menschen gefunden worden,

Digitized by Google

welche die Metalle und deren Gebrauch noch nicht kannten, sondern sich nur der höchst mühevoll bearbeiteten Steine zu ihren Verrichtungen bedienten. Von den drei bis jetzt aufgefundenen Menschenschädeln zeichnet der aus dem Neanderthale sich besonders durch ein thierisches Gepräge aus: die Stirn ist flach, die Augenbraunenbogen stark aufgewulstet und der Längendurchmesser des Schädels ist sehr vorwiegend, ähnlich wie bei den Bewohnern der polynesischen Inseln und den Negern. Der Schädel aus der Höhle von Engis bei Lüttich, sowie der im Arnothale aufgefundene haben zwar eine ähnliche, aber nicht so stark thierisch ausgeprägte Form. Wenn nun die Spuren der ersten Menschen in den älteren Gletscherregionen gefunden werden, so darf man nicht glauben, daß sie aus Liebhaberei sich in oder an den Gletschern ein Paradies aufgesucht haben, sondern man muß dafürhalten, daß die Hochgebirge ebenso wie die Polargegenden vor dem Eintritte der Kälteperioden zufolge der allmähligen Abkühlung der Erde zuerst für die Erzeugung und Erhaltung organischer Wesen geeignet waren.

Wir wollen nun, um der Erklärung aller obigen Erscheinungen näher zu treten, uns in die Zeit zurückversetzen, in welcher die Venus und der Merkur noch mit dem Zentralkörper verbunden waren. Die Erde, so wie jeder von den oberen Planeten hatte zu dieser Zeit eine bestimmte Bahn um den Zentralkörper angenommen, die sich nach seiner Fliehkraft und der Stärke der Anziehung durch den letzteren richtete. Wenn aber der Zentralkörper durch die Abschleuderung eines neuen Planeten an Masse verlor, also weniger stark anzog, so konnten die Erde und alle übrigen entfernteren Planeten sofort ihrer Fliehkraft mehr folgen und sie flogen augenblicklich so weit in den Weltraum weiter fort, bis das Gleichgewicht zwischen der neuen kleineren Zentralkraft und der Fliehkraft hergestellt war. Demnach mußte die Erde mit großer Geschwindigkeit in einer kurzen Zeit eine weite Strecke von der Sonne sich entfernen, als die Venus vom Zentralkörper abgeschleudert wurde. Wenn die Erde jetzt noch in ihrer Bahn um die Sonne in 1 Sekunde durch 4 Meilen fliegt, so mußte sie vor der Entstehung der Venus, also in größerer

Digitized by Google

Nähe bei dem Zentralkörper, noch schneller gehen, zumal in ihrer Sonnennähe und somit auch in der That eine weite Strecke fortfliegen.

Daß die Venus als Fluthwelle des Zentralkörpers sich von diesem ablöste, während die Erde die größte Annäherung zu ihm besaß, ist schon im Früheren angedeutet worden; ebenso wird Merkur sich abgelöst haben, als Venus in der Sonnennähe war. Bei seiner Entstehung wird die Erde zwar wieder eine Strecke fortgeflogen sein, aber weniger weit. Diese hier nur oberflächlich angegebenen Betrachtungen sind mit Berücksichtigung des Verhältnisses der Massen, der Entfernungen und der Geschwindigkeiten bei den Bewegungen um die Sonne einer mathematisch-analytischen Untersuchung fähig und würdig.

Weil nun die Erwärmung eines ganzen Planeten durch die Sonne abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen, so muß bei der plötzlichen Zunahme der Entfernung der Erde von der Sonne die plötzliche Abnahme ihrer Temperatur nicht unbedeutend gewesen sein.

Ist doch jetzt noch auf der Erde der durch Besonnung oder Insolation erzeugte Wärmeunterschied zu den Zeiten der Sonnennähe und Sonnenferne bei einer Excentrizität von nur 347080 Meilen, während die halbe große Axe der Bahn 20666800 Meilen beträgt, höchst auffallend. Im südlichen Australien z. B. ist, wie neuerdings nachgewiesen worden, im dortigen Sommer, also zur Zeit der Sonnennähe, der Unterschied der Temperatur im Schatten eines Gegenstandes und in den Sonnenstrahlen viel größer (und sogar für die Gesundheit höchst nachtheilig), als bei uns im Sommer oder zur Zeit der Sonnenferne.

Es gehört nun weniger eine lebhafte Phantasie dazu, als vielmehr nur eine strenge Berücksichtigung aller gegebenen natürlichen Verhältnisse, um sich die großartigen nothwendigen Folgen für die Erde, wenn sie in ganz kurzer Zeit sich eine weite Strecke von der Sonne entfernte, recht zu vergegenwärtigen. Wir müssen großartige Erscheinungen zwar auch mit einem großartigen Maßstabe messen, dabei niemals aber vergessen, daß die Naturgesetze durchgreifende und für ewige Zeiten giltige sind.

Digitized by Google

Das plötzliche Herabsinken der Temperatur war sofort begleitet von den furchtbarsten Niederschlägen von Schnee und Eis, nur am Aequator der Erde vielleicht noch von Regen. Wenn aber auch dadurch der größte Theil der gerade vorhandenen Dünste verschwunden war, so währte diese Erscheinung doch noch eine ziemlich lange Zeit fort; denn das Wasser, namentlich in der Aequatorialzone, kühlte nicht so rasch ab, als das Festland in den gemäßigten und kalten Zonen. Aus den Gewässern entwickelten sich also äußerst lebhaft noch immerfort Dünste, welche in größeren Breiten zu Schnee und Eis wurden und sich in hohen Breiten beider Halbkugeln massenhaft festsetzen.

Dadurch wurde das natürliche Gleichgewicht auf der Erdoberfläche gestört, da die Erde nicht nur nach dem Beharrungsvermögen ihre frühere Rotationsgeschwindigkeit beibehielt, sondern sogar eine größere annahm, weil sie von der Sonne unabhängiger geworden war.

Die Polarzonen und die ihnen benachbarten Strecken der gemäßigten enthielten wegen der Niederschläge zu viel Masse.

Nun ist ferner zu berücksichtigen, daß doch auch die innere Erdwärme sich noch einige Zeit hindurch geltend machte. Während dadurch die Eismassen an ihrer Sohle schmolzen, erneuten sie sich oberhalb durch den unablässig fallenden Schnee, welcher am Tage nur theilweise durch die Sonnenwärme schmolz. Wir haben hier also eine ungeheure Gletscherformation über einen sehr großen Theil der um die beiden Pole liegenden und bis in die gemäßigten Zonen hineinreichenden Erdoberfläche. Durch das Schmelzen des Eises an seiner unteren Fläche mittelst der Erdwärme wurden diese Gletscher flott, konnten somit zur Herstellung des gestörten Gleichgewichtes ihre Wanderung nach geringeren Breiten antreten und nahmen als Passagiere diejenigen Felsenblöcke mit sich fort, welche von den höheren Theilen der nordischen Gebirge durch das Eis bei der plötzlich eintretenden Kälte waren abgesprengt worden. Da das Eis bei seiner Wanderung in wärmere Gegenden allmählig schmolz und zunächst kleinere Zwischenräume darbot, so fielen die kleineren Steine zuerst durch und

Digitized by Google

verloren, weil sie immer noch weiter fortgespielt wurden, ammeisten ihre scharfen Kanten; die größeren Felsenblöcke machten aber häufig eine größere Reise auf dem Eise mit, und wurden daher weniger abgerundet. Jene gaben das erratische Geschiebe, welches sich bei den wiederholt eintretenden Stauungen der Gewässer in Schichten ablagerte; diese aber die erratischen Blöcke. Es ist auch höchst wahrscheinlich, daß die am Fuße der nordischen Gebirge bereits vor dem Eintritte der Kälte vorhanden gewesenen, schon einigermaßen abgerundeten Geschiebe in das neu entstandene Eis eingefroren, dann mit ihm fortgeführt und endlich abgelagert worden sind.

Daß wir die Reste von den riesenhaften plötzlich untergegangenen Thieren der vorhergegangenen Periode meist in einiger Tiefe im Erdboden oder Sande begraben vorfinden, ist nach dem Gesagten sehr natürlich. Das grauenvolle Bild der Zerstörung alles Lebens durch die plötzlich einbrechende Kälte wurde zuerst bedeckt von dem durch die Gewässer herbeigeführten Schlamme und Sande; die Eismassen mit den Gesteinen kamen etwas später. Ebenso ist es jetzt erklärlich, daß einzelne von den Thieren, welche am meisten nördlich lebten, sich bis in unsere Tage erhalten konnten wie in einem Eiskeller.

Da die Fliehkraft dieser Orte bei der Axendrehung der Erde gering ist, so entfernten sie sich nach ihrem schnellen Tode nicht weit von ihren Wohnorten.

Die Kälte war übrigens anfänglich größer, als sie jetzt unter derselben geographischen Breite ist, weil die innere Erdwärme allmählig mäßigend auftrat.

So nun scheinen mir alle wesentlichen Thatsachen auf ihre Grundursachen einfach und naturgemäß zurückgeführt zu sein und die wohl kaum in einer anderen Weise genügend erklärbaren Eisperioden würden somit eine neue indirekte Bestätigung der von mir angenommenen Abschleuderungstheorie abgeben, die ich so lange als richtig ansehen werde, bis man mir aus Naturgesetzen über die Entstehung der Planetoiden, der Meteorsteine, der Kälteperioden der Erde und über die Wanderung der erratischen Blöcke und Ge-

Digitized by Google

schiebe bessere Erklärungen gibt. Die Saturnringe weisen selbst den Ungläubigsten auf die Richtigkeit meiner Theorie hin.

7) Die Mondperiode. Es kann die Frage aufgeworfen werden, wann sich der Mond von der Erde losgelöst und welche Folgen dieses für die Erde gehabt hat. Wir wissen bereits, daß gegenwärtig die Fliehkraft der Erde an ihrem Aequator viel kleiner ist, als die Zentralkraft, denn die Erde müßte sich gegen 17mal schneller, als jetzt um ihre Axe drehen, damit beide Kräfte dort einander gleich wären. Eine Verminderung der Rotationskraft mußte aber in dem Augenblicke eintreten, als sich aus der Aequatorialgegend ein Körper, der Mond, ablöste. Die geringere Größe der jetzigen Rotationskraft spricht also für diese Ablösung. Letztere aber konnte nur eintreten, wenn am Aequator die Fliehkraft plötzlich größer wurde, als die Zentralkraft und dieses geschah für die Erde bei der Entstehung der Venus und des Merkur, namentlich der ersteren. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß der Mond bei der Entstehung der Venus sich von der Erde abgelöst habe. Es müssen damals auch die feurig-flüssigen Massen des Erdinneren sich nach dem Aequator gedrängt und zu der Abschleuderung beigetragen haben. Es ist also kein Wunder, daß wir auf der Mondfläche eine große Menge ausgebrannter Vulkane erkennen.

Da die Bestandtheile der Erde zu jener Zeit bereits einen größeren Zusammenhang erlangt hatten, so wird aus der Aequatorialgegend etwas mehr Masse abgeschleudert worden sein, als es dem Gleichgewichte bei der damaligen Axendrehung entsprach. Zur Herstellung des Gleichgewichtes trat also auch aus diesem Grunde eine Strömung der Gewässer von den Polen nach dem Aequator ein.

Die Erde war schon zu sehr abgekühlt und ihre Axendrehung wegen der Abschleuderung des Mondes eine allzulangsame geworden, als daß sie bei der Entstehung des Merkur noch einen zweiten Mond zu gebären fähig gewesen wäre. Ueberhaupt konnte dieser Planet bei seiner Entstehung wegen der geringen Masse und Entfernung von der Sonne keine große Rückwirkung weder auf die Erde, noch auf die übrigen Planeten hervorbringen. Wenn er

Digitized by Google

wieder einmal in die Sonne stürzte, so würde die Erde sich ihr wohl etwas nähern und wärmer werden, als sie jetzt ist.

8) Periode der vollendeten Abkühlung. Seit jener furchtbaren Katastrophe, welche eine überreiche Thierwelt von gewaltiger Größe im Nu vernichtete und in kurzer Zeit bis auf wenige Ausnahmen auch begrub, ist die Erde in eine Ruheperiode eingetreten, in welcher erst das jetzige Menschengeschlecht und eine Thierwelt von größerer Vollkommenheit, wenn auch meist nicht von bedeutender Körpergröße auftraten. Nachdem die Temperatur des äußeren Theiles der Erdkruste sich mit der der Atmosphäre allmählig in ein gewisses Gleichgewicht gesetzt hatte, zog sich das kräftigere Pflanzen- und Thierleben aus den Polargegenden und größeren geographischen Breiten mehr in geringere Breiten und in die heiße Zone zurück. Sollte die Sonne je noch einen Planeten erzeugen, wofür die Aussichten wohl auf Millionen von Jahren hinauszuschieben sein dürften, so würde die Erde noch einmal abgekühlt werden und die Aequatorialzone vielleicht allein noch für die Menschen einen gemüthlichen Aufenthalt darbieten. Dazu ist keine Aussicht, daß die innere Erdwärme noch einmal mächtige Auftreibungen in weiten Gebieten hervorbringen sollte; denn die Vulkane ersterben immer mehr und mehr und die Erdbeben zeigen sich meist wenig mächtig. Sanfte Schwankungen in der Höhe der Ländermassen können jetzt nur durch die sorgfältigsten Messungen ermittelt werden, wozu für Europa ein Verein der namhaftesten Astronomen und Gelehrten zusammengetreten ist.

Daß die anderen Planeten ähnliche Entwickelungsstufen bestanden haben, ist nicht nur vonvornherein als naturnothwendig anzusehen, sondern wird auch durch astronomische Beobachtungen bestätigt, da mehre von ihnen, namentlich die Venus, die größte Aehnlichkeit mit der Erde zeigen. Die entferntesten werden als die ältesten und der Einwirkung der Sonne ammeisten entzogenen die Zeichen des Alters vorzüglich an sich tragen und diejenigen, welche die meisten Monde haben, müssen am trockensten sein, weil sie für jeden Mond einen Theil ihrer Flüssigkeit abgegeben haben zu einer Zeit, als sie selbst schon in einem festeren Zustande sich befanden.

Digitized by Google

Saturn ist höchst wahrscheinlich vollkommen trocken, da selbst die zuletzt aus ihm entstandenen Ringe bei der Ablösung schon eine ganz zähe Masse besaßen und jetzt sich trocken zeigen.

So nun meine ich eine Reihe von bisher dunkel gebliebenen Punkten nicht nur bei der Entstehung des Kosmos aus dem Chaos überhaupt, sondern auch bei der Entwickelung unseres Planetensystems und der Geschichte der Erde insbesondere aufgeklärt und auf Naturgesetze zurückgeführt zu haben. Ich wünsche nichts mehr, als daß meine Ausführungen überall überzeugend genug gewesen sein möchten.

Zur Unterstützung des Verständnisses dieser Schrift fertigt der Mechanikus F. Ernecke in Berlin, Wilhelmstraße 6, nach den Angaben des Verfassers ein Tellurium an, welches mehr leistet, als die bisherigen, indem es u. a. namentlich die Entstehung der Ekliptik, wie sie auf die Erde übergetragen erscheint, recht deutlich auch am Tage angibt. Zu beziehen durch die C. Duncker'sche Verlagsbuchhandlung Französischestraße 20a zum Preise von 12 Thalern.

Nachtrag.

Wenn das allmählige Aufhören der Vergletscherung in der nördlichen Halbkugel mit dem Golfstrome in Verbindung gebracht wird (Vortrag von **Karl Vogt** im hiesigen Handwerkervereine am 14. März), so bleibt doch vorallem fraglich, aus welchem Grunde diese Vergletscherung nur zeitweise überhaupt eingetreten ist, da unter gewöhnlichen Verhältnissen naturgemäß die Abkühlung der Erde fortwährend und nur allmählig hätte fortschreiten müssen, ohne einen Rückschlag zu erleiden.

Es ist richtig, daß ganz Europa mit Eis bedeckt sein würde, wenn man die um den Südpol der Erde jetzt befindliche Eisdecke abnehmen und als Kappe über den Nordpol der Erde legen könnte. Es ist auch richtig, daß Europa jetzt ein viel milderes Klima besitzt, als Nord-Amerika unter gleichen Breitegraden; es ist endlich richtig,

Digitized by Google

daß Europa diese jetzt vorhandene Wärme vorzüglich dem Golfstrome zu verdanken hat.

Dazu ist aber zu bemerken, daß die nördliche Halbkugel vonjeher wegen der überwiegenden Ländermassen mehr freie Wärme besitzen und, daß die Temperatur der alten Welt stets etwas höher sein mußte, als die in der neuen unter gleichen Breitegraden, theils weil jene eine größere Ausdehnung von Osten nach Westen besitzt und bei der Axendrehung länger besonnt wird, theils weil die Hauptgebirgszüge in der neuen Welt eine Richtung von Norden nach Süden haben. Es ist ferner durchaus nicht erwiesen, daß, nachdem die nördliche Halbkugel etwa durch allmählige Abkühlung bis an die Alpen und Pyrenäen vergletschert war, der Golfstrom durch neu entstandene Korallenbänke, wie man annimmt, eine andere Richtung angenommen und so für Europa ein Wasserheizapparat geworden sei, der die Gletscher größtentheils geschmolzen habe.

Der Golfstrom hat wohl schon so lange bestanden, als die Erdoberfläche die jetzige Gestalt besitzt, welche durch die Eiszeit nur unwesentlich verändert wurde. Die Neigung des in der heißen Zone erwärmten und sich oben haltenden Meereswasser von Amerika aus in einer wesentlich nordöstlichen Richtung nach Europa zu gelangen, hat theils einen gemeinschaftlichen Grund mit den oberen Passaten in der nördlichen Halbkugel, theils einen anderen in der nach Osten drängenden Fluthwelle, bei welcher die nach Osten gerichtete Schwungkraft als mitwirkend angesehen werden darf. Dem Golfstrome weiset aber das von Norden andrängende kalte Wasser und der Höhenunterschied des Meeresbodens ein ziemlich bestimmtes Bett an.

Außerdem ist stets festzuhalten, daß einer allmähligen Abkühlung und Vergletscherung die oben von der Thier- und Pflanzenwelt angeführten Thatsachen vollkommen widersprechen.

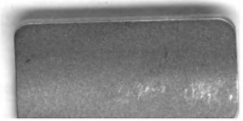
Berlin, Druck von Gebr. Unger (C. Unger), Königl. Hofbuchdrucker.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Häusler.



Digitized by Google

Digitized by Google